# سلسلة المنار







الجزء الأول

# كيمياء الثانوية العامة

Part One

Mr. Mahmoud Ragab

معلم أول الكيمياء

مدرسة آل السعيد الثانوية

شبرا صورة



اسم الطالب /

..........................................................................................

# مقدمة

مرحباً بك عزيزى طالب الصف الثالث الثانوى و تهنئة من القلب على إجتيازك الصف الثانى الثانوى بنجاح و نتمنى لك كل التوفيق فى هذا العام الجديد .

مذكرة المنار مع أطيب أمنياتى بالنجاح و التوفيق .



## أهم أسباب التفوق فى الشهادة الثانوية ( إن شاء الله )

❶ التقوى : يجب على الطالب أن يتق الله عزو جل فى أفعاله و أقواله حتى يحصل على العلم عملا بقوله تعالي " و اتقوا الله و يعلمكم الله " لذلك يجب عليه تبعاً لذلك ترك المعاصى و التوبة إلى الله توبة نصوحا.

❷ المحافظة على الصلاة في أوقاتها خاصة صلاة الفجر .

❸ اللجوء لله بكثرة الدعاء له و التوكل عليه فى التوفيق فى المذاكرة و تحصيل العلم.

❹ تنظيم الوقت جيداً و عمل جدول أسبوعى للمذاكرة بحيث تكون هناك ساعات فى اليوم لمذاكرة الدروس الجديدة و عمل الواجبات و ساعات أخرى لمراجعة القديم ، كما يراعى فى التنظيم أن تراجع كل مادة على الأقل مرة واحدة فى الأسبوع.

❺ قبل المذاكرة اقرأ و لو صفحة واحدة من القرآن الكريم بتركيز شديد و تمعن و تدبر حتى يكون ذهنك صافياً و بعد ذلك يبدأ عقلك فى التركيز فى تحصيل العلم فقط دون تشويش من أى مؤثر خارجي .

❻ ابدأ المذاكرة بدعاء قبل المذاكرة و اختمها بدعاء بعد المذاكرة .

❼ أثناء المذاكرة حاول أن تستخدم عدة طرق لتثبيت المعلومات كالتالى : اقرأ الجزء الذى ستذاكره كاملاً أول مرة ثم قم بتقسيمه إلى عدة عناوين و أجزاء ثم ذاكر كل جزء على حدة بالصوت العالى مرة و بالقراءة مرة و بالكتابة مرة أخرى ثم ذاكر جميع الأجزاء معاً ثم قم بحل بعض الأسئلة على الدرس كاملاً .

## 🕮 دعاء قبل المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إنى أسألك فهم النبيين و حفظ المرسلين و إلهام الملائكة المقربين ، اللهم اجعل ألسنتنا عامرة بذكرك و قلوبنا بخشيتك و أسرارنا بطاعتك إنك على كل شئ قدير و حسبنا الله و نعم الوكيل " ❁

## 🕮 دعاء بعد المذاكرة 🕮

❁ " اللهم إني أستودعك ما قرأت وما حفظت فرده علي عند حاجتي إليه يا رب العالمين " ❁

( اللهم أجعل هذا العمل المتواضع خالصاً لوجهك الكريم وأن تنفع به و تجعله عوناً لأبنائنا الطلاب )

( لا تنسونا بدعوة صالحة بظهر الغيب ليقول لك الملك و لك مثله )

# الباب الأول

# العناصر الإنتقالية



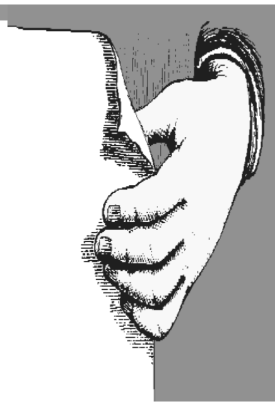
❁ كلمات مضيئة ❁

**عمل بدون أمل يؤدى إلى ضياع العمل**

**و أمل بدون عمل يؤدى إلى خيبة الأمل**

**فـ سعادة العمل تجدها مع الأمل**

**و روعة الأمل تجدها فى العمل .**



## مقدمة :

- علمت من دراستك السابقة أن عناصر الفئتين ( P , S ) تقعان على جانبى الجدول الدورى الطويل .
- فى هذا العام سنتناول بالدراسة العناصر التى تقع فى المنطقة الوسطى للجدول الدورى بين عناصر الفئتين ( P , S ) و التى تسمى العناصر الإنتقالية .
- تحتوى المنطقة الوسطى من الجدول الدورى على أكثر من 60 عنصر أى أكثر من **نصف** عدد العناصر المعروفة .
- يمكن تقسيم العناصر الإنتقالية إلى **قسمين رئيسيين هما** :



١- **العناصر الإنتقالية الرئيسية** ( Main transition metals عناصر الفئة d )

٢- **العناصر الإنتقالية الداخلية** ( Inner transition metals عناصر الفئة f )

## العناصر الإنتقالية الرئيسية

**- عناصر يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى d بالإلكترونات .**

- نظراً لأن المستوى الفرعى d يتسع **لعشرة** إلكترونات لذا توزع العناصر الإنتقالية الرئيسية فى **عشرة** أعمدة **رأسية** [ **سبعة** تخص مجموعات B و **ثلاثة** تخص المجموعة الثامنة VIII ] يبدأ العمود الأول منها ( المجموعة IIIB ) بعناصر تركيبها الإلكترونى $(n-1)d^1,ns^2$ ثم يتتابع إمتلاء المستوى الفرعى d حتى نصل العمود الأخير ( المجموعة IIB ) و يكون لعناصره التركيب الإلكترونى $(n-1)d^{10},ns^2$ و هذه الأعمدة هى :

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **قديماً** | IIB | IB | <u>VIII</u> | <u>VIII</u> | <u>VIII</u> | VIIB | VIB | VB | IVB | IIIB |
| **حديثاً** | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 |

### ملحوظة :

- **تتكون** المجموعة **الثامنة** VIII من **ثلاثة** أعمدة **رئيسية** و هى المجموعات ( 8 , 9 , 10 ) .
- **تختلف** المجموعة **الثامنة** عن باقى مجموعات B فى أن **عناصرها الأفقية أكثر تشابهاً** من عناصرها الرأسية .

## - يمكن تقسيم عناصر الفئة d فى الجدول الدورى الحديث لأربعة سلاسل أفقية هى :



a) **<u>السلسلة الإنتقالية الأولى</u>** ( The first transition series ) :

- تقع فى الدورة **الرابعة** بعد عنصر الكالسيوم .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى <u>3d</u> بالإلكترونات .
- تشمل **عشرة** عناصر ( تبدأ بعنصر السكانديوم و تركيبه $Sc_{21} : 4s^2, 3d^1$ و تنتهى بعنصر الخارصين و تركيبه $Zn_{30} : 4s^2, 3d^{10}$ ) .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

b) **السلسلة الإنتقالية الثانية** ( The Second transition series ) :

- تقع فى الدورة **الخامسة** .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 4d بالإلكترونات .
- تشمل **عشرة** عناصر ( تبدأ بعنصر اليتريوم و تركيبه $Y_{39} : 5s^2, 4d^1$ و تنتهى بعنصر الكادميوم و تركيبه $Cd_{48} : 5s^2, 4d^{10}$ ) .

c) **السلسلة الإنتقالية الثالثة** ( The Third transition series ) :

- تقع فى الدورة **السادسة** .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 5d بالإلكترونات .
- تشمل **عشرة** عناصر ( تبدأ بعنصر اللانثانيوم و تركيبه $La_{57} : 6s^2, 5d^1$ و تنتهى بعنصر الزئبق و تركيبه $Hg_{80} : 6s^2, 5d^{10}$ ).

d) **السلسلة الإنتقالية الرابعة** ( The Fourth transition series ) :

- تقع فى الدورة **السابعة** .
- بزيادة العدد الذرى يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 6d بالإلكترونات .

## التركيب الإلكترونى لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

| العنصر | الرمز | التوزيع الإلكتروني | العنصر | الرمز | التوزيع الإلكتروني |
|---|---|---|---|---|---|
| **سكانديوم** | $_{21}Sc$ | $[Ar], 3d^1, 4s^2$ | **حديد** | $_{26}Fe$ | $[Ar], 3d^6, 4s^2$ |
| **تيتانيوم** | $_{22}Ti$ | $[Ar], 3d^2, 4s^2$ | **كوبلت** | $_{27}Co$ | $[Ar], 3d^7, 4s^2$ |
| **فاناديوم** | $_{23}V$ | $[Ar], 3d^3, 4s^2$ | **نيكل** | $_{28}Ni$ | $[Ar], 3d^8, 4s^2$ |
| **كروم** | $_{24}Cr$ | $[Ar], 3d^5, \underline{4s^1}$ | **نحاس** | $_{29}Cu$ | $[Ar], 3d^{10}, \underline{4s^1}$ |
| **منجنيز** | $_{25}Mn$ | $[Ar], 3d^5, 4s^2$ | **خارصين** | $_{30}Zn$ | $[Ar], 3d^{10}, 4s^2$ |

- عدد عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى **عشرة** عناصر و تقع فى الدورة **الرابعة** بعد عنصر الكالسيوم و تركيبه الإلكترونى $Ca_{20} : [Ar_{18}], 4s^2$ ثم يبدأ بعد ذلك إمتلاء الأوربيتالات **الخمسة** للمستوى الفرعى 3d ( قاعدة هوند ) بإلكترون مفرد فى كل أوربيتال بالتتابع حتى عنصر المنجنيز $3d^5$ ثم يتوالى بعد ذلك إزدواج إلكترونين فى كل أوربيتال حتى نصل إلى الخارصين $3d^{10}$ .

- **يشذ عن التركيب الإلكترونى المتوقع عنصران هما :**

أ) **الكروم** $Cr_{24}$ فتركيبه الإلكترونى هو $[Ar], 3d^5, 4s^1$ و **يفسر ذلك أن** المستويين الفرعيين 4s , 3d يكونا **نصف ممتلئين** و هذا يجعل الذرة أكثر **إستقراراً** ( **أقل طاقة** ) .

ب) **النحاس** $Cu_{29}$ فتركيبه الإلكترونى هو $[Ar], 3d^{10}, 4s^1$ و **يفسر ذلك أن** المستوى الفرعى 4s يكون **نصف** ممتلئ و المستوى الفرعى 3d **ممتلئ** و هذا يجعل الذرة أكثر **إستقراراً** ( أقل **طاقة** ) .

**س : لماذا يسهل أكسدة أيون الحديد II إلى أيون الحديد III علماً بأن التركيب الإلكترونى لذرة الحديد هو :**

$_{26}Fe : [Ar] , 3d^6 , 4s^2$

جـ : لأن أيون الحديد **III** أكثر **إستقراراً** لأن المستوى الفرعى 3d **نصف ممتلئ** $d^5$ و التفاعل يسير فى إتجاه تكوين التركيب الأكثر **إستقراراً** .

**التركيب الإلكترونى لذرة الحديد** $_{26}Fe : [Ar] , 3d^6 , 4s^2$

$Fe^{3+}$ [Ar] , $3d^5$ ← فقد إلكترون ( **أكسدة** ) ← $Fe^{2+}$ [Ar] , $3d^6$

| 3d | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
|---|---|---|---|---|---|

أيون حديد **III ( $d^5$ )** أكثر استقراراً



| 3d | ⇅ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
|---|---|---|---|---|---|

أيون حديد **II ( $d^6$ )** أقل استقراراً

**س : لماذا يصعب أكسدة أيون المنجنيز II إلى أيون المنجنيز III علماً بأن التركيب الإلكترونى لذرة المنجنيز هو :** $_{25}Mn : [Ar] , 3d^5 , 4s^2$

جـ ------------------------------------------------------------ :

..................................................................................................

.................................................... ( أجب بنفسك )

**مما سبق يمكن إستنتاج أن العنصر يكون فى حالة استقرار ( أقل طاقة ) عندما يكون المستوى الفرعى الأخير له** : فارغ ( $d^0$ ) – نصف ممتلئ ( $d^5$ ) – تام الإمتلاء ( $d^{10}$ ) .

- **ملحوظة هامة** :

الإمتلاء **الكلى** أو **النصفى** للمستوى الفرعى **ليس هو العامل الوحيد** لثبات التركيب الإلكترونى للعنصر فى المركب .

## الأهمية الإقتصادية لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

- بالرغم من أن عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى **مجتمعة** تكون **أقل** من 7 % من وزن القشرة الأرضية إلا أنها **تتميز** بأهميتها الأقتصادية الكبيرة التى تتضح فيما يلى :



✸ **السكانديوم** Sc :

- يوجد بكميات **صغيرة** جداً **لكن** موزعة على نطاق **واسع** من القشرة الأرضية .
- يدخل بنسبة ضئيلة مع **الألومنيوم** فى تكوين سبيكة تمتاز بـ : خفتها و شدة صلابتها لذلك فهى تستخدم فى صناعة **الطائرات المقاتلة** .
- يضاف إلى **مصابيح أبخرة الزئبق** للحصول على ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس .

⇦ **علل : تستخدم مصابيح أبخرة الزئبق المضاف إليها عنصر الإسكانديوم فى التصوير التلفزيونى ليلاً .**

↩ **لأنها تعطى ضوء عالى الكفاءة يشبه ضوء الشمس .**

✸ **التيتانيوم** Ti :

- شديد **الصلابة** مثل الصلب لكنه **أقل** منه كثافة .
- تستخدم سبائكه مع **الألومنيوم** فى صناعة الطائرات و مركبات الفضاء ( علل ) **لأنه** يحافظ على متانته فى درجات الحرارة المرتفعة **على العكس من** الألومنيوم .
- يستخدم فى **عمليات** زراعة الأسنان و المفاصل الصناعية ( علل ) **لأن** الجسم لا يلفظه و لا يسبب أى تسمم .

- أشهر مركبات التيتانيوم :

ثانى أكسيد التيتانيوم $TiO_2$ الذى يدخل فى تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس ( علل ) **لأن** دقائقه النانوية تمنع وصول **الأشعة فوق البنفسجية** إلى الجلد .

✸ **الفانديوم** V :

- يضاف بنسبة ضئيلة إلى **الصلب** لتكوين **سبيكة** تمتاز بقساوتها **و** قدرتها العالية على مقاومة التآكل **لذلك فهى** تستخدم فى صناعة **زنبركات السيارات** .

- أشهر مركبات الفاندوم :

خامس أكسيد الفانديوم $V_2O_5$ الذى يستخدم فى **صناعات** : السيراميك و الزجاج **كصبغة** – المغناطيسيات فائقة التوصيل **كعامل حفاز** .

✸ **الكروم** Cr :

- عنصر على **درجة عالية** من النشاط الكيميائى لكنه **يقاوم** فعل العوامل الجوية ( علل ) **لتكون** طبقة من الأكسيد **غير مسامية** على سطحه حجم جزيئاتها **أكبر** من حجم ذرات الكروم **تمنع** استمرار تفاعله مع **أكسجين** الهواء .
- يستخدم الكروم **فى** : طلاء المعادن – دباغة الجلود .

- أشهر مركبات الكروم :



١) أكسيد الكروم III $Cr_2O_3$ و **يستخدم فى** صناعة **الأصباغ** .

٢) ثانى كرومات البوتاسيوم $k_2Cr_2O_7$ و **تستخدم** كمادة **مؤكسدة** .

✸ **المنجنيز** Mn :

- عنصر شديد **الهشاشة** ( سريع التّقصفِ ) **لذلك ليس له** إستخدامات و هو فى **حالته النقية** و يتم إستخدامه فى صورة سبائك أو مركبات .
- سبائك المنجنيز + **الحديد** : تستخدم فى **صناعة** خطوط السكك الحديدية ( علل ) **لأنها** أكثر صلابة من الصلب .
- سبائك المنجنيز + **الألومنيوم** : تصنع منها **عبوات** المشروبات الغازية Drinks Cans ( علل ) **لأنها** تقاوم التآكل .



- **أشهر مركبات المنجنيز :**

١) برمنجانات البوتاسيوم $KMnO_4$ **مادة مؤكسدة** و **مطهرة** .
٢) ثانى أكسيد المنجنيز $MnO_2$ ( **عامل مؤكسد قوى** ) : يستخدم فى **صناعة** العمود الجاف .
٣) كبريتات المنجنيز II $MnSO_4$ مبيد **للفطريات** .

✸ **الحديد** Fe :

- يستخدم فى الخرسانات المسلحة **و** أبراج الكهرباء **و** مواسير البنادق **و** السكاكين **و** المدافع **و** أدوات الجراحة .
- يستخدم فى **صناعة** غاز النشادر بطريقة ( **هابر – بوش** ) كعامل حفاز .
- يستخدم فى **تحويل** الغاز المائى إلى وقود سائل بطريقة ( **فيشر – تروبش** ) كعامل حفز .

✸ **الكوبلت** Co :

- يشبه الحديد فى أن كلاهما قابل للتمغنط لذا يستخدم فى **صناعة** المغناطيسيات ( **علل** ) **لأنه** قابل للتمغنط و يستخدم فى **صناعة** البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة .
- يوجد له 12 نظير مشع أهمها $Co^{60}$ الذى **يتميز بأن** أشعة **جاما** الصادرة عنه لها قدرة عالية **على النفاذ** لذلك فهو **يستخدم فى** : حفظ المواد الغذائية – التأكد من جودة المنتجات **حيث** يكشف عن مواقع الشقوق **و** لحام الموصلات – الكشف عن الأورام الخبيثة **و** علاجها .



✸ **النيكل** Ni :

- يدخل فى **صناعة** بطاريات ( **نيكل – كادميوم** ) القابلة **لإعادة** الشحن .
- **سبائكه** مع الصلب **تتميز** بـ : الصلابة – مقاومة الصدأ **و** الأحماض .
- يدخل مع الكروم فى **صناعة** سبائك **تستخدم** فى ملفات التسخين و الأفران الكهربية ( **علل** ) **لأنها** تقاوم التآكل حتى لو تم تسخينها لدرجة الإحمرار .
- يستخدم عنصر النيكل فى **طلاء** المعادن ( **علل** ) **ليعطيها** شكل أفضل **و** يحميها من التأكسد و التآكل .
- يستخدم النيكل المجزأ **كعامل حفاز** فى عمليات **هدرجة** الزيوت .

✸ **النحاس** Cu :

- يعتبر النحاس تاريخياً **أول فلز** عرفه الإنسان و تعرف سبائكه مع القصدير بـ : **البرونز** .
- يستخدم فى **صناعة** الكابلات الكهربية ( **علل** ) **لأنه** موصل جيد للكهرباء .
- يستخدم فى **صناعة** سبائك العملات المعدنية ( **علل** ) **لقلة** نشاطه الكيميائى .

- **أشهر مركبات النحاس :**

١) كبريتات النحاس II $CuSO_4$ **يستخدم** كـ : مبيد حشرى – تنقية مياه الشرب ( **علل** ) كمبيد للفطريات.
٢) محلول **فهلنج** يستخدم فى الكشف عن سكر **الجلوكوز** ( **علل** ) **حيث** يتحول من اللون **الأزرق** إلى **البرتقالى** .



**✸ <u>الخارصين</u> : Zn**

- يستخدم فى **جلفنة** الفلزات ( علل ) **لحمايتها** من الصدأ .

- <u>أشهر مركبات الخارصين</u> :

١) **أكسيد** الخارصين ZnO و يستخدم فى **صناعة** : الدهانات – المطاط – مستحضرات التجميل .

٢) **كبريتيد** الخارصين ZnS و يستخدم فى **صناعة** : الطلائات المضيئة – شاشات الأشعة **السينية** .

## <u>حالات التأكسد</u>

- حالة التأكسد 2+ تنتج من فقد إلكترونى المستوى الفرعى 4s و **حالات التأكسد الأعلى** تنتج من فقد إلكترونات المستوى الفرعى 3d .

- **جميع** العناصر الإنتقالية **تعطى** حالة التأكسد 2+ **عدا** السكانديوم .

- **تزداد** حالات **التأكسد** من عنصر السكانديوم 3+ حتى تصل إلى **أقصى قيمة** لها فى عنصر المنجنيز 7+ ( يقع فى المجموعة VIIB ) ثم تبدأ فى **التناقص** حتى تصل إلى حالة التأكسد 2+ فى الخارصين ( يقع فى المجموعة IIB ) .

- **أعلى عدد** تأكسد لأى عنصر **لا تتعدى** رقم المجموعة المنتمى إليها **<u>عدا</u>** عناصر المجموعة 1B **( فلزات العملة : النحاس ، الفضة ، الذهب )** .

- تتميز العناصر الإنتقالية **بتعدد** حالات تأكسدها ( علل ) **لتقارب** طاقة المستويين الفرعيين ( 3d , 4s ) فعندما تتأكسد العناصر الإنتقالية **تخرج** إلكترونات **4s أولاً** ثم **يتتابع** خروج إلكترونات 3d لتعطى حالات تأكسد **متعددة** .

- **تزداد** قيم جهود التأين لحالات التأكسد المتتالية **<u>للفلزات الإنتقالية</u>** بتدرج واضح بمقدار **الضعف** تقريباً .

- **تزداد** قيم جهود تأين **<u>الفلزات الممثلة</u>** زيادة كبيرة جداً **إذا تسبب** الإلكترون المفقود فى **كسر** مستوى طاقة **مكتمل** لذلك **لا يمكن** الحصول على $Na^{+2}$ , $Mg^{+3}$ , $Al^{+4}$ بتفاعلات كيميائية **عادية** .

## <u>العنصر الإنتقالى</u>

**هو عنصر تكون فيه أوربيتالات ( d أو f ) مشغولة بالإلكترونات و لكنها غير تامة الإمتلاء سواء فى الحالة الذرية أو أى حالة من حالات التأكسد .**

**س : هل تعتبر فلزات العملة [ النحاس** ( $_{29}Cu$ ) ، **الفضة** ($_{47}Ag$) ، **الذهب** ($_{79}Au$) ] **عناصر إنتقالية علماً بأن التركيب الإلكترونى لأوربيتالاتها الخارجية :** ( $4s^1$ , $3d^{10}$ ) $_{29}Cu$ ، ( $5s^1$ , $4d^{10}$ ) $_{47}Ag$ ، ( $6s^1$, $5d^{10}$ ) $_{79}Au$ .

جـ : تعتبر فلزات **العملة** عناصر **إنتقالية** لأنه رغم **إمتلاء** المستوى الفرعى <u>d</u> لها بالإلكترونات $d^{10}$ **<u>فى الحالة الذرية</u> إلا أنها** عندما تكون فى حالات التأكسد 2+ , 3+ يكون المستوى الفرعى <u>d</u> غير ممتلئ $d^8$ ، $d^9$ على الترتيب .

Manar in Chemistry

**س : هل تعتبر فلزات الخارصين $_{30}Zn$ و الكادميوم $_{48}Cd$ و الزئبق $_{80}Hg$ عناصر انتقالية علماً بأن التركيب الإلكترونى لأوربيتالاتها الخارجية :** $_{30}Zn\ (4s^2, 3d^{10})$ ، $_{48}Cd\ (5s^2, 4d^{10})$ ، $_{80}Hg\ (6s^2, 5d^{10})$ .

جـ : **لا تعتبر** فلزات المجموعة IIB ( الخارصين – الكادميوم – الزئبق ) عناصر **إنتقالية** لأن المستوى الفرعى d لها **ممتلئ** بالإلكترونات $d^{10}$ **في الحالة الذرية** و **أيضاً** فى حالة التأكسد +2 ( الحالة المتأينة )



## الخـــواص العامـــة لعناصـــر السلسلـــة الإنتقاليـــة الأولـــى

### أولاً : الكتلة الذرية

**بزيادة** العدد الذرى **تزداد** الكتلة الذرية تدريجياً و **يشذ عن ذلك** عنصر النيكل Ni ( **علل** ) **لأن له** 5 نظائر مستقرة المتوسط الحسابى لها 58,7 u .

### ثانياً : نصف القطر ( الحجم الذرى )

- **لا تتغير** أنصاف أقطار ذرات عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى **كثيراً** بزيادة العدد الذرى .
- يلاحظ **الثبات النسبى** لنصف القطر من الكروم حتى النحاس ( **علل** ) **بسبب** عاملين متعاكسين هما :

**العامل الأول :** يعمل على **نقص** نصف قطر الذرة ؛ **فبزيادة** العدد الذرى **تزداد** شحنة النواة الفعالة **فيزداد** جذب النواة للإلكترونات مما يسبب **نقص** الحجم الذرى .

**العامل الثانى :** يعمل على **زيادة** نصف قطر الذرة ؛ فبزيادة العدد الذرى **تزداد** عدد إلكترونات المستوى الفرعى 3d **فتزداد** قوة **التنافر** بينها مما يسبب **زيادة** حجم الذرة .



⇦ **س علل : تستخدم العناصر الإنتقالية فى صناعة السبائك .**

↵ **بسبب الثبات النسبى لأنصاف أقطار ذراتها .**

### ثالثاً : الخاصية الفلزية

**تتضح الصفة الفلزية لهذه العناصر بوضوح و ذلك فى :**

١- **جميعها** فلزات صلبة لها بريق و لمعان و جيدة التوصيل للحرارة **و** الكهرباء .

٢- درجة انصهار وغليانها **مرتفعة** ( **علل** ) **لقوة** الترابط بين ذراتها نتيجة إشتراك إلكترونات 3d , 4s فى هذا **الترابط**

٣- ذات كثافة **عالية** و **تزداد** كثافة عناصر هذه السلسلة **بزيادة** العدد الذرى ( **علل** ) **لزيادة** كتلة الذرة مع **الثبات** النسبى للحجم الذرى .

٤- **تباين** النشاط الكيميائى لها فـ : بعضها **محدود** النشاط **مثل** النحاس – بعضها **متوسط** النشاط **مثل** الحديد الذى يصدأ عند تعرضه للهواء الرطب – بعضها **شديد** النشاط **مثل** السكانديوم الذى يحل محل **هيدروجين** الماء **بعنف** .

**اللهم إنك تعلم أنى عرفتك على مبلغ إمكانى ، فاغفر لى فإن معرفتى إياك وسيلتى إليك .**

## رابعاً : الخواص المغناطيسية

- دراسة الخواص **المغناطيسية** كان له **دور كبير** فى فهمنا **لكيمياء** العناصر الإنتقالية .
- يوجد أنواع مختلفة من الخواص المغناطيسية سندرس منها : الخاصية **البارا** مغناطيسية و الخاصية **الديا** مغناطيسية .

### الخاصية البارامغناطيسية :

**خاصية تظهر فى الأيون أو الذرة أو الجزئ نتيجة وجود إلكترونات مفردة ( ↑ ) فى الأوربيتالات .**

- ينشأ عن الحركة **المغزلية** للإلكترون **المفرد** حول **محوره** ظهور **مجال** مغناطيسى صغير **يتجاذب** مع المجال المغناطيسى الخارجى .



**المادة البارامغناطيسية**

**مادة تنجذب للمجال المغناطيس نتيجة وجود إلكترونات مفردة فى أوربيتالاتها**

**مثال** : أيون النحاس II ( $d^9$ ) – أيون الحديد II ( $d^6$ ) .

### الخاصية الديامغناطيسية :

**خاصية تظهر فى الأيون أو الذرة أو الجزيئ نتيجة وجود جميع الإلكترونات فى حالة إزدواج (⇅) فى الأوربيتالات .**

- **غزل** كل إلكترونين مزدوجين يكون فى إتجاهين **متضادين** فيكون عزمهما المغناطيسى **صفر** .

**المادة الديامغناطيسية**

**مادة تتنافر مع المجال المغناطيس نتيجة وجود جميع إلكتروناتها فى حالة إزدواج فى أوربيتالاتها**

**مثال** : ذرة الخارصين ( $d^{10}$ ) .

**العزم المغناطيسى : هو عدد الإلكترونات المفردة الموجودة فى الأوربيتالات .**

- فى حالة العناصر **الإنتقالية** يكون العزم المغناطيسى هو عدد الإلكترونات **المفردة** فى أوربيتالات المستوى d .
- المادة **البارامغناطيسية** عزمها يكون ≤ 1 بينما المادة الديامغناطيسية عزمها = **صفر** .

### - أهمية العزم المغناطيسى :

**تحديد عدد الإلكترونات المفردة و من ثم تحديد التركيب الإلكترونى لأيون الفلز .**

**⇦ س علل : يمكن تحديد التركيب الإلكترونى للمادة من قياس عزمها المغناطيسى .**

**⇦ لإمكانية تحديد عدد الإلكترونات المفردة و تحديد التركيب الإلكترونى لأيون الفلز حيث تتناسب قيمة العزم المغناطيسى طردياً مع عدد الإلكترونات المفردة فى d .**

من قرأ آية الكرسى عقب كل صلاة لم يمنعه من دخول الجنة إلا أن يموت .

**س : رتب كاتيونات المركبات التالية تصاعدياً حسب عزمها المغناطيسى :**

$TiO_2 - FeCl_3 - Cr_2O_3$ ( **علماً بأن** عدد تأكسد الأكسجين = 2 - , الكلور = 1 - )

## خامساً : النشاط الحفزى

تعتبر العناصر الإنتقالية **عوامل** حفز مثالية ( **علل** ) **لأن** إلكترونات 4s , 3d تستخدم فى تكوين **روابط** بين جزيئات المتفاعلات و سطح الفلز مما يؤدى إلى : **تركيز** هذه المتفاعلات على سطح الحافز ( **الفلز** ) + **إضعاف** الرابطة فى الجزيئات المتفاعلة **فتقل** طاقة التنشيط و **تزداد** سرعة التفاعل .

### أمثلة لدور العامل الحفاز فى الصناعة :

1) **النيكل المجزأ** يستخدم كعامل **حفاز** فى عمليات **هدرجة الزيوت** .

2) **خامس أكسيد الفاناديوم** يستخدم كعامل **حفاز** فى **تحضير** حمض الكبريتيك بطريقة **التلامس** :



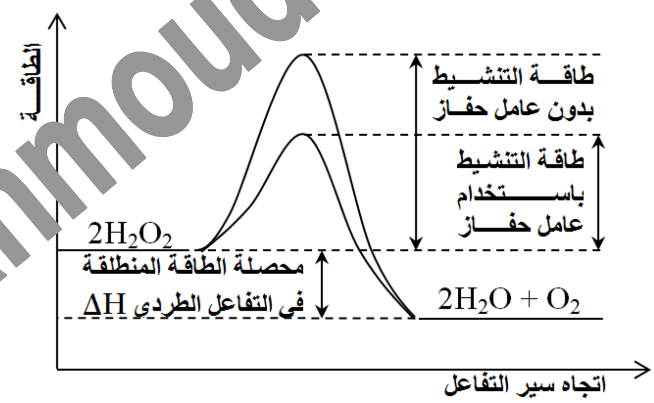
$$2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow[450^{o}]{V_2O_5} 2\,SO_{3(g)}$$

$$SO_{3(g)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(\ell)}$$

3) **الحديد المجزأ** يستخدم كعامل **حفاز** فى **تحضير** النشادر بطريقة ( **هابر – بوش** ) :

$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \xrightarrow[Fe]{500^{o}c\,/\,200\ atm} 2\,NH_{3(g)}$$

4) **ثانى أكسيد المنجنيز** $MnO_2$ يستخدم كعامل **حفاز** فى تفاعل **إنحلال فوق أكسيد الهيدروجين** $H_2O_2$




## سادساً : الأيونات الملونة

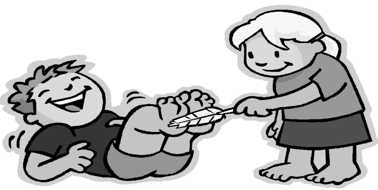
- تتميز **معظم** مركبات العناصر **الإنتقالية** و محاليلها المائية **ملونة** ( **علل** ) **بسبب** الإمتلاء **الجزئى** لأوربيتالات المستوى الفرعى <u>d</u> ( $1 - 9\,e^-$ ) وجود إلكترونات **مفردة** فى أوربيتالات ( d ) .

- تكون أيونات بعض **العناصر** <u>**الإنتقالية**</u> <u>غير ملونة</u> ـ كذلك أيونات **العناصر** <u>**غير الإنتقالية**</u> و مركباتها ـ عندما تكون أوربيتالات <u>d</u> **فارغة** $d^0$ أو **ممتلئة** بالإلكترونات $d^{10}$ .

### تفسير اللون فى المواد :

- يظهر لون المادة **بسبب** إمتصاص المادة لبعض فوتونات الضوء المرئى ( **الأبيض** ) و عدم إمتصاصها البعض الآخر **فترى** العين المادة **بمحصلة** الألوان التى لم تمتصها ( **المنعكسة** ).

## ملاحظات :



* يسمى اللون الذى **تمتصه** المادة باللون **الممتص** .
* يسمى اللون الذى **لم تمتصه** المادة باللون **المتمم** .
* عندما **تمتص** المادة **جميع** ألوان الضوء الأبيض تظهر للعين **سوداء** .
* عندما **لا تمتص** المادة أى لون من ألوان الضوء الأبيض تظهر للعين **بيضاء** .
* إذا **امتصت** المادة لون معين من ألوان الطيف **تظهر** المادة باللون **المتمم** له . ( GROBYV )

| اللون الممتص | اللون المتمم | |
|---|---|---|
| أحمر | أخضر | و العكس |
| أصفر | بنفسجى | و العكس |
| أزرق | برتقالى | |

⇦ **س علل : أيون** $Cu^{+1}$ **عديم اللون و لكن أيون** $Cu^{+2}$ **أزرق اللون** .

↵ **أيون** $Cu^{+1}$ **عديم اللون لأن جميع أوربيتالات d ممتلئة بالإلكترونات** $[Ar] , 3d^{10} , 4S^{0}$ **بينما أيون** $Cu^{+2}$ **لونه أزرق لأنه يمتص اللون البرتقالى و يعكس اللون المتمم له و هو اللون الأزرق .**

## فلـــز الحديـــد IRON

**قال تعالى** فى سورة الحديد الآية ٢٥ : ( وَ أَنْزَلْنَا الحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ و مَنَافِعُ لِلنَّاس ) .

**التوزيــع الإلكترونــى :** $_{26}Fe : [Ar_{18}]\ 4s^2 , 3d^6$ .

### الترتيب :

يكون 5,1 % من وزن القشرة الأرضية و ترتيبه **الرابع** من حيث الوفرة فى القشرة الأرضية **بعد** عناصر : الأكسجين – السيلكون – الألومنيوم .

### الوجود :

١) يوجد فى حالة **نقية** ( مفردة ) فى **النيازك** فقط ( 90 % ) .
٢) يوجد فى القشرة الأرضية على هيئة **خامات** طبيعية تحتوى على مختلف **أكاسيد الحديد** مختلطة بشوائب .



### العوامل التى تتحد عليها صلاحية خام الحديد للإستخلاص :

١) **نسبة** الحديد الخام .
٢) تركيب **الشوائب** المصاحبة للخام .
٣) وجود عناصر **ضارة** مختلطة بالخام **مثل** : الكبريت ، الفوسفور ، الزرنيخ .

# أهـم خامـات الحديـد

| الخام | الصيغة الكيميائية | الإسم الكيميائى | اللون و الخواص | نسبة الحديد | مكان الوجود |
|---|---|---|---|---|---|
| الهيماتيت | $Fe_2O_3$ | أكسيد حديد ( III ) | أحمر داكن – سهل الإختزال | ٥٠ - ٦٠% | الواحات البحرية |
| الليمونيت | $2Fe_2O_3.3H_2O$ | أكسيد حديد ( III ) متهدرت | أصفر – سهل الإختزال | ٢٠ - ٦٠% | الواحات البحرية |
| المجنتيت | $Fe_3O_4$ | أكسيد حديد مغناطيسى | أسود – له خواص مغناطيسية | ٤٥ - ٧٠% | الصحراء الشرقية |
| السيديريت | $FeCO_3$ | كربونات حديد ( II ) | رمادى مصفر – سهل الإختزال | ٣٠ - ٤٢% | ـــــ |

## استخـلاص الحديـد مـن خاماتـه

☒ **تمرعملية استخلاص الحديد من خاماته بثلاث مراحل هى :**

❶ تجهيز الخام .  ❷ إختزال الخام .  ❸ إنتاج الحديد .



### أولاً : تجهيز خامات الحديد

**الهدف من عمليات تجهيز الخام هو :**

١- تحسين الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للخام **عن طريق عمليات : التكسير – التلبيد – التركيز .**

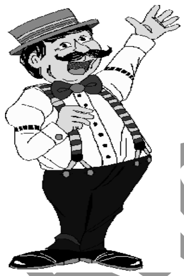
٢- تحسين الخواص الكيميائية له **عن طريق عملية التحميص .**

A) **تحسين الخواص الفيزيائية و الميكانيكية للخام :**

| العملية | عمليات التكسير | عمليات التلبيد | عمليات التركيز |
|---|---|---|---|
| الهدف من العملية | للحصول على الخام في أحجام مناسبة لعملية الإختزال | تجميع حبيبات الخام الناعمة في أحجام أكبر تكون متماثلة و متجانسة . | زيادة نسبة الحديد في الخام بفصل الشوائب و المواد غير المرغوب فيها المختلطة بالخام أو المتحدة معه كيميائياً عن طريق : الفصل الكهربى – الفصل المغناطيسى – خاصية التوتر السطحى . |

B) **تحسين الخواص الكيميائية للخام :**

| العملية | التحميص |
|---|---|
| **التعريف** | **تسخين خام الحديد بشدة في الهواء** |
| **الهدف من العملية** | ١) تجفيف الخام و التخلص من الرطوبة و رفع نسبة الحديد فى الخام :<br>$FeCO_3 \xrightarrow{\Delta} FeO + CO_2$<br>سيدريت ( 48,8 % حديد )<br>$4FeO + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3$<br>هيماتيت ( 69,6 % حديد )<br>$2Fe_2O_3.3H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 3H_2O$<br>ليمونيت ( 40 % حديد ) هيماتيت ( 69,6 % حديد )<br>٢) أكسدة بعض الشوائب مثل الكبريت S و الفوسفور P :<br>$4P + 5O_2 \xrightarrow{\Delta} 2P_2O_5$ $S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$ |





## ثانياً : إختزال خامات الحديد

**يتم في هذه المرحلة إختزال أكاسيد الحديد إلى حديد بإحدى طريقتين حسب العامل المختزل هما :**

١- الإختزال بغاز **أول أكسيد الكربون** الناتج من **فحم الكوك** و تتم هذه الطريقة فى **الفرن العالى** .

٢- الإختزال بخليط من غازى **أول أكسيد الكربون و الهيدروجين** ( الغاز المائى ) الناتجين من **الغاز الطبيعى** و تتم هذه الطريقة فى **فرن مدركس** .



A) **تفاعلات الإختزال في الفرن العالي :**

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2$$
$$CO_2 + C \xrightarrow{\Delta} 2\,CO$$
$$Fe_2O_3 + 3\,CO \xrightarrow{\Delta} 2\,Fe + 3\,CO_2$$

B) **تفاعلات الإختزال في فرن مدركس :**

$$2\,CH_4 + CO_2 + H_2O \xrightarrow{\Delta} 3\,CO + 5\,H_2$$
$$2\,Fe_2O_3 + 3\,CO + 3\,H_2 \xrightarrow{\Delta} 4\,Fe + 3\,CO_2 + 3\,H_2O$$

# ثالثاً : إنتاج الحديد

**بعد عملية إختزال خامات الحديد** فى الفرن العالى أو فرن مدركس تأتى **المرحلة الثالثة** و هى **إنتاج** الأنواع المختلفة من الحديد **مثل** الحديد الزهر **أو** الحديد الصلب .



**أفران صناعة الصلب :** المحولات الأكسجينية – الفرن المفتوح – الفرن الكهربى .

**تعتمد صناعة الصلب على عمليتين هما :**

١- **التخلص** من **الشوائب** الموجودة فى الحديد الناتج من أفران الإختزال .
٢- **إضافة** بعض **العناصر** إلى الحديد لتكسب **الصلب** الناتج الخواص المطلوبة .



## السبائك

**مواد تتكون من فلزين أو أكثر أو قد تتكون من فلز و عناصر لافلزية .**

**التكوين :**

١- **فلزين أو أكثر :** مثل سبائك : الحديد و الكروم – الحديد و المنجنيز – الحديد و الفاناديوم .
٢- **فلز مع لافلز :** سبيكة الحديد و الكربون ( **الحديد الصلب** ) .

## طرق التحضير

| **طريقة الصهر** | **طريقة الترسيب الكهربى** |
|---|---|
| **صهر** الفلزات مع بعضها ثم **يصب** المنصهر فى قوالب و **يترك** ليبرد تدريجياً . | يتم الترسيب الكهربى لفلزين أو أكثر فى نفس الوقت . **مثال** : سبيكة النحاس الأصفر ( **نحاس و خارصين** ) تستخدم **فى تغطية المقابض الحديدية** و تحضر **بترسيبها** كهربياً من **محلول** يحتوى على أيونات نحاس و خارصين . |

## أنواع السبائك

| **سبائك بينية** | **سبائك إستبدالية** | **سبائك المركبات البينفلزية** |
|---|---|---|
| سبائك **تحتل** فيها ذرات الفلز المضاف المسافات البينية فى الشبكة البلورية لفلز آخر . | سبائك **تستبدل** فيها بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات من الفلز المضاف . | سبائك **تتحد** فيها العناصر المكونة للسبيكة اتحاد كيميائى **فتتكون** مركبات كيميائية **لا تخضع** صيغتها الكيميائية لقوانين التكافؤ . |
| **مثال** : سبيكة الحديد و الكربون ( الحديد **الصلب** ) | **مثال :**<br>١- سبيكة ذهب **و** نحاس .<br>٢- سبيكة حديد **و** كروم ( صلب لا يصدأ ) .<br>٣- سبيكة حديد **و** نيكل . | **مثال :**<br>ديورالومين ( Duralumin ) مثل : **سبيكة** الألومنيوم **و** النيكل ، **سبيكة** الألومنيوم و النحاس – **سبيكة** الرصاص **و** الذهب $Au_2Pb$ – **سبيكة** السيمنتيت $Fe_3C$ |

## تفسير تكون السبيكة البينية :

- يتكون الحديد **النقى** مثل باقى الفلزات من شبكة بلورية مكونة من ذرات الفلز مرصوصة بإحكام بينها مسافات بينية .

- عند **الطرق** على سطح الفلز يمكن أن **تتحرك** طبقة من ذرات الفلز فوق طبقة أخرى .

- عند **إدخال** ذرات فلز آخر إلى ذرات الفلز الأصلى لتكوين **السبيكة** و كانت ذرات الفلز المضافة **أصغر حجماً** من ذرات الفلز النقى فإنها **تدخل** المسافات البينية لذرات الفلز النقى و **تتسبب فى** :

١- **إعاقة** إنزلاق الطبقات **فتزداد** صلابة الفلز النقى .

٢- تتأثر بعض الخواص **الفيزيائية** للفلز النقى **مثل** : السحب والطرق **و** درجة الإنصهار **و** الخواص المغناطيسية **و** التوصيل الكهربى .

## شرط تكوين السبيكة الإستبدالية :

أن تكون ذرات الفلز المضاف لها **نفس** ( الخواص الكيميائية – نصف القطر – الشكل البلورى ) للفلز الأصلى .

## خواص سبائك المركبات البينفلزية :

١- مركبات **صلبة** .

٢- تتكون من فلزات **لا تقع** فى **مجموعة** واحدة من الجدول الدورى ( سبيكة **السيمنتيت** $Fe_3C$ ) .

٣- **لا تخضع** صيغتها الكيميائية **لقوانين** التكافؤ .



# خـواص الحديـد

## الخــواص الفيزيقيــة :

تعتمد الخواص **الفيزيائية** للحديد على نقاوته **و** طبيعة الشوائب به فالحديد النقى **ليس له** أى أهمية صناعية ( علل ) **لأنه** لين نسبياً ليس شديد الصلابة – قابل للطرق و السحب – يسهل تشكيله – له خواص مغناطيسية . ينصهر الحديد عند 1538°م – كثافته 7,87 جم / سم$^3$ .

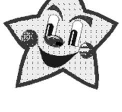
**( لذلك يفضل إستخدام الحديد فى صورة سبائك و ليس فى صورته النقية )**

## الخــواص الكيميائيــة :

- **بخلاف** العناصر التى **قبل** الحديد فى السلسلة الانتقالية الأولى فإنه **لا يعطى** حالة تأكسد تدل على خروج **جميع** إلكترونات المستويين الفرعيين ( 4s , 3d ) و هى **ثمان** إلكترونات .

- جميع حالات التأكسد الأعلى من ( +3 ) **ليست** لها أهمية .

- حالة التأكسد ( +2 ) **تقابل** خروج إلكترونى المستوى الفرعى ( 4s ) و حالة التأكسد ( +3 ) تقابل ( $3d^5$ ) **نصف** ممتلئ ( حالة الثبات ) .



### ١- تأثير الهـواء :

يتفاعل الحديد **الساخن** لدرجة الإحمرار مع الهواء أو الأكسجين **ليعطى** أكسيد حديد مغناطيسى :

$$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4$$

## ٢- فعل بخار الماء :

يتفاعل الحديد **الساخن** (٥٠٠°م ) مع بخار الماء **ليعطى** أكسيد حديد مغناطيسى و غاز **الهيدروجين** :

$$3Fe + 4H_2O \xrightarrow{500\,^{o}C} Fe_3O_4 + 4H_2$$



## ٣- مع اللافلزات :

يتفاعل مع **الكلور** ليعطى كلوريد حديد **III** و يتحد مع **الكبريت** ليعطى كبريتيد الحديد **II**

$$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_3 \qquad Fe + S \xrightarrow{\Delta} FeS$$

## ٤- مع الأحماض :

- **يذوب** الحديد فى **الأحماض المعدنية المخففة** ليعطى أملاح حديد II و **لا يتكون** أملاح حديد III ( علل ) **لأن** الهيدروجين الناتج **يختزل** أيون حديد III **إلى** أيون حديد II .

$$Fe + H_2SO_4 \xrightarrow{dil} FeSO_4 + H_2 \qquad Fe + 2HCl \xrightarrow{dil} FeCl_2 + H_2$$

- يتفاعل الحديد مع **حمض الكبريتيك المركز** ليعطى كبريتات حديد II **و** كبريتات حديد III **و** غاز ثانى أكسيد الكبريت و الماء :

$$3Fe + 8H_2SO_4 \xrightarrow{conc} FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O + 4SO_2$$

- **يسبب حمض النيتريك المركز خمولاً للحديد** ( علل ) **لتكون** طبقة رقيقة من الأكسيد **غير مسامية** على سطح الفلز **تحميه** من استمرار التفاعل .

<u>ملحوظـــة</u> : يمكن إزالة **طبقة الصدأ** بالحك **أو** إذابتها فى حمض هيدروكلوريك **مخفف** .



**قال تعالى فى حديثه القدسى**

**أحب ثلاثة و حبى لثلاثة أشد : أحب الغنى الكريم و حبى للفقير الكريم أشد ، أحب الفقير المتواضع و حبى للغنى المتواضع أشد ، أحب الشيخ الطائع و حبى للشاب الطائع أشد . و أبغض ثلاثة و بغضى لثلاثة أشد : أبغض الفقير البخيل و بغضى للغنى البخيل أشد ، أبغض الغنى المتكبر و بغضى للفقير المتكبر أشد ، أبغض الشاب العاصى و بغضى للشيخ العاصى أشد .**

Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031

# أكاسيـــد الحديـــد



## أولاً : أكسيـــد الحديـــد II ( FeO )

### تحضيـره :

١- تسخين **أكسالات** الحديد II **بمعزل** عن الهواء :

$$\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix} > Fe \xrightarrow{\text{معزل عن الهواء}} FeO + CO + CO_2$$

٢- إختزال **أكاسيد** الحديد **الأعلى** بالهيدروجين **أو** أول أكسيد الكربون :

$$Fe_2O_3 + H_2 \xrightarrow{400 - 700^0c} 2\,FeO + H_2O$$

$$Fe_3O_4 + H_2 \xrightarrow{400 - 700^0c} 3\,FeO + H_2O$$

| |
|---|
| ✓ **تدريب : هل يمكنك كتابة التفاعلين السابقين مستخدماً غاز أول أكسيد الكربون بدلاً من الهيدروجين ؟** |

### خواصـه :

١- مسحوق أسود **لا يذوب** فى الماء .

٢- **يتأكسد** بسهولة فى **الهواء الساخن** و يتكون أكسيد حديد III :

$$4\,FeO + O_2 \xrightarrow{dil} 2\,Fe_2O_3$$

٣- يتفاعل مع **الأحماض المعدنية المخففة** منتجاً **أملاح** حديد II و **ماء** :

$$FeO + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2O$$

## ثانيـــاً : أكسيـــد الحديـــد III ( $Fe_2O_3$ )



**وجـوده :** يوجد فى الطبيعة على هيئة خام **الهيماتيت** .

### تحضيـره :

١- إضافة محلول **قلوى** إلى أحد محاليل **أملاح** الحديد III فيترسب **هيدروكسيد** الحديد III **( لونه بنى محمر )** الذى عند **تسخينه** لدرجة حرارة **أعلى من** 200°م يتحول إلى أكسيد حديد III :

$$FeCl_3 + 3\,NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3\,NH_4cl$$

$$2\,Fe(OH)_3 \xrightarrow[200^0c]{\text{أعلى من}} Fe_2O_3 + 3\,H_2O$$

٢- تسخين **كبريتات الحديد** II ينتج أكسيد الحديد III **و** خليط من غازى ثانى **و** ثالث أكسيد الكبريت :

$$2\,FeSO_4 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$$

| |
|---|
| **ملحوظة : يمكن الحصول على أكسيد حديد III من أكسدة ( إحتراق ) الأكاسيد الأخرى كما يلى :** |
| $4\,FeO + O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3$ |
| $2\,Fe_3O_4 + ½\,O_2 \longrightarrow 3Fe_2O_3$ |



**خواصه :**

١- **لا يذوب** فى الماء .

٢- يستخدم كلون **أحمر** فى الدهانات **لذا** يسمى أكسيد الحديد **الأحمر** .

٣- يتفاعل مع **الأحماض المعدنية المركزة الساخنة** ليتكون أملاح حديد III و الماء :

$$Fe_2O_3 + 3\,H_2SO_4 \xrightarrow[\text{Conc}]{} Fe_2(SO_4)_3 + 3\,H_2O$$

## ثالثاً : الأكسيد الأسود ( أكسيد الحديد المغناطيسى $Fe_3O_4$ )

**وجوده :**

يوجد فى الطبيعة على هيئة خام **المجنتيت** و هو أكسيد **مختلط** من أكسيد الحديد II و أكسيد الحديد III .

**تحضيره :**

١- من الحديد **الساخن** لدرجة الإحمرار **بفعل** الهواء **أو** بخار الماء .

٢- **إختزال** أكسيد حديد III **بواسطة** الهيدروجين **أو** أول أكسيد الكربون :

$$3\,Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{230 - 300^0c} 2\,Fe_3O_4 + CO_2$$

**خواصه :**

١- مغناطيس **قوى** .

٢- يتفاعل مع الأحماض **المركزة الساخنة** ليعطى أملاح حديد II أملاح حديد **III دليل** على أنه **أكسيد مركب** :

$$Fe_3O_4 + 4\,H_2SO_4 \xrightarrow[\text{Conc}]{} Fe_2(SO_4)_3 + FeSO_4 + 4\,H_2O$$

٣- عند تسخينه فى الهواء **يتأكسد** إلى أكسيد الحديد III :

$$2\,Fe_3O_4 + \tfrac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow 3Fe_2O_3$$

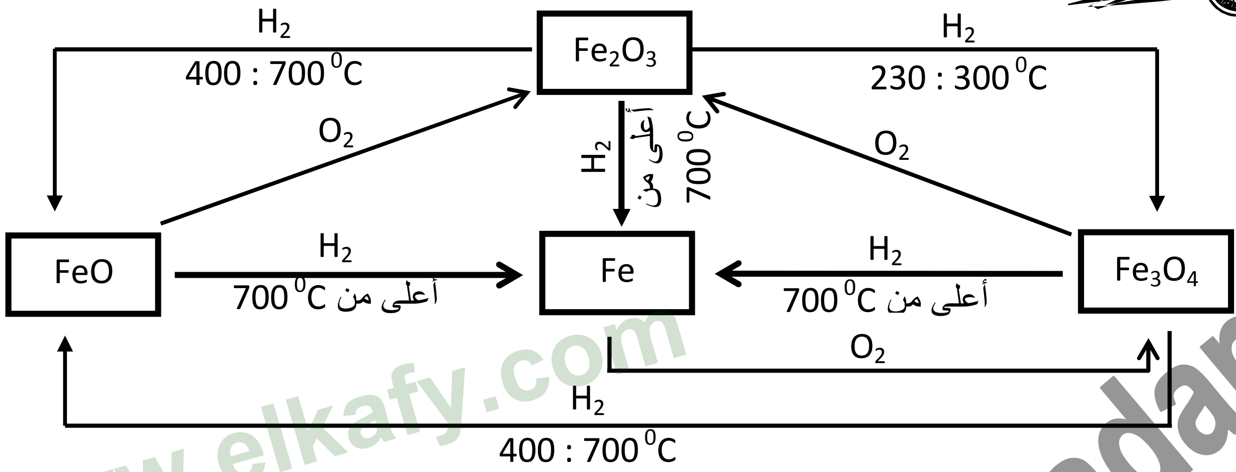
**معلومات إضافية**

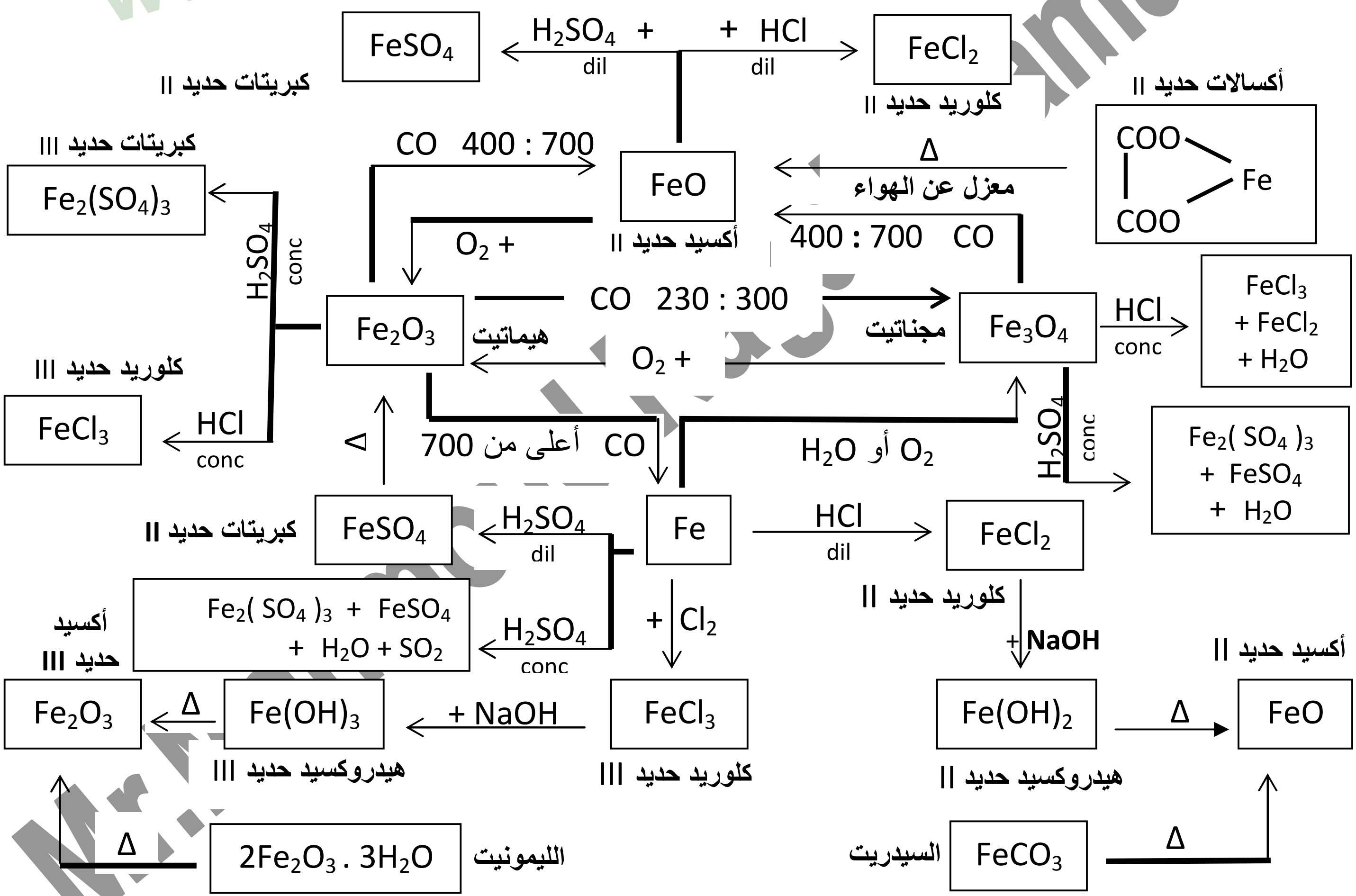
- **الأكسدة : جميع أكاسيد الحديد تحترق ( تتأكسد ) بالأكسجين و تعطى أكسيد حديد III** $Fe_2O_3$
- **الإختزال : جميع أكاسيد الحديد يتم إختزالها بالهيدروجين أو أول أكسيد الكربون و ناتج التفاعل كالآتى :**

• عند 230 : 300°م ← ينتج أكسيد حديد مغناطيسى $Fe_3O_4$ .
• عند 400 : 700°م ← ينتج أكسيد حديد II $FeO$ .
• عند أعلى من 700°م ← ينتج فلز الحديد .

المنار فى الكيمياء

اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الجنون وسيئ الأسقام .




اللّهم إنى أعوذ بك من الهم و الحزن ، و أعوذ بك من العجز و الكسل ، و أعوذ بك من غلبة الدّين و قهر الرجال ، اللهم إنى أعوذ بك من الفقر إلا إليك و من الذل إلا لك و من الخوف إلا منك ، و أعوذ بك أن أقول زوراً أو أغشى فجوراً أو أكون بك مغروراً ، و أعوذ بك من شماتة الأعداء و عضال الداء و خيبة الرجاء ، اللهم إنى أعوذ بك من شر الخلق و همّ الرزق و سوء الخُلق يا أرحم الراحمين و يا رب العالمين .

# تقويم الباب الأول : العناصر الانتقالية



## س : أكمل العبارت التالية

١- السيمنتيت سبيكة تتكون من الحديد مع ............. و صيغتها الكيميائية ..........

٢- مغناطيسية أيون $Ag^{+}$ من نوع ............. و قيمة العزم المغناطيسى له .............

٣- تتكون الشحنة فى الفرن العالى من ............. و .............

٤- يستخدم عنصر ............. فى صناعة الطائرات بينما يستخدم عنصر............. فى عمليات زراعة الأسنان .

٥- من الشروط الواجب توافرها فى السبيكة الإستبدالية ............. ، ............. ، .............

٦- يستخدم الإسكانديوم فى ......... و .........

٧- عند تفاعل الحديد مع غاز الكلور الجاف يتكون ......... و لا يتكون ..........

٨- أيون العنصر الإنتقالى يكون أكثر استقراراً إذا كان المستوى الفرعى d ......... أو ......... أو ..........

٩- يقاوم الكروم فعل العوامل الجوية بسبب تكوين ..........

١٠- إدخال ذرات فلز أكبر أو أصغر من ذرات فلز معين فى شبكته البلورية يكون سبائك ......... .

١١- الغرض من عملية تحميص خام الحديد ............. و .....................

١٢- من أمثلة سبائك الصلب الذى لا يصدأ سبيكة الصلب مع عنصر ...............

١٣- يشذ عن التركيب الإلكترونى المتدرج لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى عنصران هما .........و .........



## س: علل لما يلي

١- يقاوم الكروم فعل العوامل الجوية رغم نشاطه الكيميائى .

٢- يفضل إستخدام التيتانيوم عن الألومنيوم فى صناعة الطائرات و المركبات الفضائية .

٣- يكون النحاس مع الذهب سبيكة إستبدالية .

٤- الفلزات الإنتقالية تتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى .

٥- تزداد كثافة العناصر الإنتقالية بزيادة العدد الذرى .

٦- يصعب تأكسد أيون المنجنيز II إلى أيون المنجنيز III بينما يسهل أكسدة أيون الحديد II إلى أيون الحديد III .

٧- يشذ التوزيع الإلكترونى لعنصر الكروم $Cr_{24}$ و النحاس $Cu_{29}$ .

٨- فلزات العملة عناصر إنتقالية .

٩- عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى لها نشاط حفزى .

١٠- يتفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك مكوناً كلوريد حديد II و ليس كلوريد الحديد III .

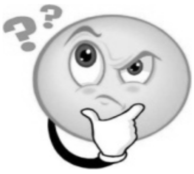
١١- إستخدام فحم الكوك فى الفرن العالى .

١٢- تعتبر مادة $Fe_2(SO_4)_3$ بارامغناطيسية بينما مادة $ZnSO_4$ دايا مغناطيسية .

١٣- أيون النحاس I غير ملون .



١٤- تستخدم الفلزات على صورة سبائك و لا تستخدم بصورة نقية .
١٥- النحاس عنصر إنتقالى بينما الخارصين عنصر غير إنتقالى .
١٦- أكثر حالات تأكسد السكانديوم إستقراراً هى $Sc^{+3}$ .
١٧- إرتفاع درجة إنصهار العناصر الإنتقالية .
١٨- يدخل عنصر الفانديوم مع الصلب فى تكوين سبيكة تستخدم فى صناعة زنبركات السيارات .
١٩- تستخدم أوعية من سبيكة النيكل مع الصلب فى حفظ الأحماض .
٢٠- لا يعطى السكانديوم حالة تأكسد 2+ .
٢١- تشابه خواص الحديد و الكوبلت و النيكل .
٢٢- عند تفاعل الحديد مع الكلور يتكون كلوريد حديد III و لا يتكون كلوريد حديد II .
٢٣- إستخدام محلول فهلنج فى الكشف عن سكر الجلوكوز .
٢٤- إستخدام فحم الكوك فى الفرن العالى .
٢٥- يتفاعل الحديد مع الأحماض المعدنية المخففة ويعطى أملاح حديد II و لا يعطى أملاح حديد III .
٢٦- يستخدم عنصر الخارصين فى جلفنة الفلزات .



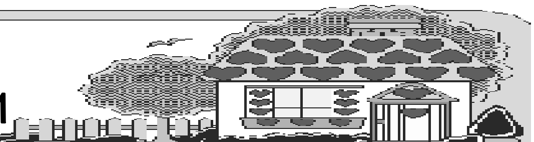
٢٧- لا يتفاعل الحديد مع حمض النيتريك المركز .
٢٨- يعتبر الحديد ($_{26}Fe$) مادة بارامغناطيسية بينما أيون $Cu^{+}$ دايا مغناطيسى .
٢٩- تستخدم مركبات الكوبلت فى تلوين الزجاج باللون الأزرق .
٣٠- عند إمرار بخار الماء على حديد مسخن لدرجة الإحمرار ثم إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الناتج يتكون كبريتات حديد II و كبريتات حديد III .
٣١- الثبات النسبى لأنصاف أقطار ذرات العناصر الإنتقالية من الكروم إلى النحاس .
٣٢- تظهر الخاصية الفلزية بوضوح بين عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى .
٣١- الحديد فى $FeCl_3$ بارامغناطيسى بينما الخارصين فى $ZnCl_2$ دايامغناطيسى .
٣٢- يتكون نوعان من الأملاح عند تفاعل أكسيد الحديد المغناطيسى مع الأحماض .
٣٣- تزايد قيم العزم المغناطيسى للعناصر الإنتقالية بزيادة العدد الذرى ثم تناقصها مرة أخرى .
٣٤- يعتبر $Fe_3O_4$ أكسيد مركب .
٣٥- سبيكة السمنيتيت سبيكة بينفلزية



٣٦- أيون $Zn^{+2}$ غير ملون و ديا مغناطيسى .
٣٧- تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها .
٣٨- أيون $Cr^{+3}$ ملون بينما أيون $Ti^{+4}$ غير ملون .
٣٩- يتحول أكسيد الحديد الأسود بالتسخين فى الهواء إلى اللون الأحمر
٤٠- يتغير لون بللورات كبريتات الحديد II عند تسخينها بشدة إلى اللون الأحمر .
٤١- يتوقف ناتج إختزال أكسيد الحديد III على درجة الحرارة .







## س : إختر الإجابة الصحيحة مما بين القوسين

١- عند تفاعل الحديد مع غاز الكلور يتكون ( كلوريد حديد III – كلوريد حديد II – خليط منهما )

٢- العنصر الذى تركيبه الإلكترونى $[Ar] , 3d^{10} , 4s^2$ هو ( الحديد – النحاس – السكانديوم – الخارصين )

٣- المركب $FeCl_2$ هو مركب ( بارا مغناطيسى و ملون – ديا مغناطيسى و غير ملون – بارا مغناطيسى و غير ملون – ديا مغناطيسى و ملون )

٤- الصلب الذى لا يصدأ سبيكة تتكون من ( حديد و كروم – حديد و منجنيز – حديد و كربون – حديد و سيلكون )

٥- عند تسخين حديد فى الهواء لدرجة الإحمرار يتكون : ( أكسيد حديد II – أكسيد حديد III – أكسيد حديد مغناطيسى )

٦- سبيكة النحاس و الذهب من السبائك ( البينية – الإستبدالية – المركبات بين الفلزية ) .

٧- يطلق على مركب كربيد الحديد $Fe_3C$ أسم ( هيماتيت – مجنتيت – سيمنتيت – سيدريت )

٨- عنصر إنتقالى غير متوافر و موزع على نطاق واسع فى القشرة الأرضية :
( فانديوم – سكانديوم – تيتانيوم – حديد )

٩- يستخدم أكسيد المنجنيز فى ( عمليات الهدرجة – صناعة العمود الجاف – صناعة حمض الكبريتيك

١٠- عندما يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الإحمرار مع بخار الماء يتكون ( $Fe_2O_3$ – $Fe_3O_4$ – $FeO$ )

١١- عنصر تركيبه الإلكترونى $[Ar] , 3d^{10} , 4s^2$ يكون :
( بارا مغناطيسى – ديا مغناطيسى – ملون – له حالة تأكسد + 4 )

١٢- الصيغة الكيميائية $2Fe_2O_3.3H_2O$ تمثل خام ( الهيماتيت – المجنتيت – الليمونيت ) .

١٣- تزداد قيمة العزم المغناطيسى للفلزات الإنتقالية بزيادة عدد الإلكترونات ( المفردة – الحرة – المزدوجة ) .

١٤- يتم اختزال أكاسيد الحديد فى فرن مدركس بإستخدام ( غاز الهيدروجين فقط – غاز أول أكسيد الكربون فقط – الغاز الطبيعى مباشرة – خليط من أول أكسيد الكربون و الهيدروجين )

١٥- تتميز العناصر الإنتقالية الأولى بتعدد حالات تأكسدها لأن الإلكترونات تخرج من :
( المستوى الفرعى 3s ثم 3d – المستوى الفرعى 4s فقط – المستوى الفرعى 3p فقط – المستوى الفرعى 4s ثم 3d

١٦- عند تسخين هيدروكسيد الحديد III لدرجة أعلى من ٢٠٠ °م ينتج ( أكسيد حديد II – أكسيد حديد مغناطيسى – أكسيد الحديد III – هيدروكسيد الحديد II )

١٧- عند تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف ينتج ( كبريتات الحديد II و ماء – كبريتات الحديد III و ماء – كبريتات الحديد II و هيدروجين – كبريتات حديد III و هيدروجين )

١٨- كلما زداد العدد الذرى للعنصر الإنتقالى فى الدورة الواحدة كلما ( قلت طاقة تأينه – زاد نصف قطره – صعب تأكسده – قلت كثافته ) .

١٩- العنصر الذى تستخدم أحد مركباته كعامل حفاز فى إنحلال فوق أكسيد الهيدروجين هو :
( المنجنيز – التيتانيوم – الحديد – الخارصين )

٢٠- عند تفاعل أكسيد الحديد المغناطيسى مع حمض الكبريتيك المركز الساخن ينتج ( كبريتات حديد II – كبريتات حديد III و الماء – كبريتات حديد II و كبريتات حديد III و هيدروجين – كبريتات حديد II و كبريتات حديد III و ماء )

٢١- فى السلسلة الانتقالية الأولى يكون الأيون أكثر استقراراً عندما يكون ( المستوى الفرعى 3d نصف ممتلئ – المستوى الفرعى 3d ممتلئ – المستوى الفرعى 3d خالى – جميع ما سبق )

٢٢- عنصر التركيب الإلكترونى لذرته $(Ar)\ 3d^2, 4s^2$ يكون أقصى عدد تأكسد له ( + 7 ، + 5 ، + 3 ، + 4 )

٢٣- يتفاعل أكسيد حديد II مع $H_2SO_4$ المخفف و ينتج :

( $Fe_2(SO_4)_3$ – $FeSO_4 + H_2O$ – $FeSO_4 + H_2$ – $Fe_2(SO)_3 + H_2O$ )



٢٤- يحترق أكسيد حديد II فى الهواء الساخن و يتكون :

( $Fe_2O_3$ – $Fe_2O_3 + H_2O$ – $Fe_3O_4$ – $FeCO_3$ )

٢٥- عند تسخين كبريتات الحديد II تسخيناً شديداً تتفكك إلى :

( $Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$ – $Fe_2O_3 + SO_2$ – $Fe_2O_3$ – $Fe_2O_3 + SO_3$ )

٢٦- عنصر $_{21}Sc$ له حالة تأكسد واحدة هى : ( +3 ، +2 ، +4 )

٢٧- سبيكة الحديد مع النيكل من النوع ( المركبات بينفلزية – الإستبدالية – البينية )

٢٨- عنصر يمتاز بالنشاط الكيميائى و لكنه يقاوم عوامل الجو ( الفاناديوم – السكانديوم – الكروم – الحديد ) .

٢٩- يشذ عن التركيب الالكترونى لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى عنصران هما :

( حديد و كوبلت – سكانديوم و تيتانيوم – كروم و نحاس )

٣٠- أيون خارصين $Zn^{2+}$ يكون ( غير ملون دايا مغناطيسى – غير ملون بارا مغناطيسى – ملون بارا مغناطيسى )

٣١- عند تسخين كبريتات الحديد II لدرجة عالية يصبح اللون : ( أسود – أصفر – أحمر )

٣٢- عناصر الزئبق ، الخارصين ، الكادميوم تتفق جميعا فى أنها :

( لا تعتبر عناصر إنتقالية – عناصر إنتقالية – لا فلزات – أعداد تأكسدها سالبة )

٣٣- تتميز العناصر الإنتقالية بـ : ( تعدد حالات تأكسدها – لها حالة تأكسد واحدة فقط – أعداد تأكسدها سالبة )

٣٤- أيون $Fe^{3+}$ ( أكثر إستقراراً – أقل إستقراراً ) من أيون $Fe^{2+}$

٣٥- عند تفاعل الحديد مع حمض الهيدروكلوريك المخفف ينتج :

( كلوريد حديد II و ليس كلوريد حديد III - كلوريد حديد III و ليس كلوريد حديد II - الإثنين معاً )

٣٦- التركيب الالكترونى لأيون الحديد II ينتهى بـ ( $4S^2, 3d^4$ – $4S^0, 3d^6$ – $4S^1, 3d^5$ )

٣٧- سبيكة النحاس و الذهب من السبائك : ( البينية – الإستبدالية – المركبات بينفلزية )

٣٨- سبيكة السيمنيت صيغتها الكيميائية : ( $3F$ - $Fe_3C$ - $FeC$ )

٣٩- يتفاعل الحديد مع الكبريت و يعطى ( $Fe_2S$ – $FeS$ – $FeSO_4$ – $Fe_2(SO_4)_3$ )



٤٠- عند إختزال أكسيد حديد مغناطيسى عند درجة حرارة من 400 : 700 ° م ينتج :

( $Fe_2O_3$ – $FeO$ – $Fe$ )

٤١- تظهر الخاصية الديا مغناطيسية فى العناصر و الأيونات الآتية عدا :

( $Zn$ – $Zn^{+2}$ – $Cu^{+1}$ – $Cu^{+2}$ )

٤٢- يمكن حفظ الأحماض فى أوعية من ( الكوبلت – الحديد – المنجنيز – النيكل )

٤٣- يتفاعل ........ مع الأحماض المخففة و تعطى أملاح الحديد II و الماء .

( $Fe$ – $Fe_3O_4$ – $FeO$ – $Fe_2O_3$ )

٤٤- أيون .............. غير ملون و ديا مغناطيسى ( $Cu^{+2}$ – $Cu^{+}$ – $Ti^{+2}$ – $Co^{+2}$ )

٤٥- تستخدم مركبات .......... كمبيد حشرى و مبيد للفطريات عند تنقية ماء الشرب .

( الفاناديوم – الكروم – الحديد – النحاس )

٤٦- تتم عملية إختزال خام الحديد فى فرن مدركس بإستخدام :

( غاز CO فقط – غاز $H_2$ فقط – مخلوط من $CO$ , $H_2$ – مخلوط $CO_2$ , $H_2O$ )

٤٧- يوجد الحديد بشكل حر فى ( السيدريت – النيازك – السمنيتيت – البوكسيت ) .

٤٨- جميع الأيونات التالية غير ملونة عدا ( الخارصين II – السكانديوم III – فاناديوم V – النحاس II )

**<u>س : أعد كتابة العبارات التالية بعد تصويب ما بها من أخطاء " إن وجدت "</u>**

١- العنصر الإنتقالى يكون المستويان الفرعيان d , f فى ذرته غير ممتلئين فى الحالة الذرية فقط .

٢- تعتبر سبيكة الألومنيوم و النيكل من السبائك البينية .

٣- مركبات الحديد II أكثر ثباتاً من مركبات الحديد III لأن مركبات الحديد III سهلة الأكسدة .

٤- أيون الفاناديوم +4 يكون ملوناً لأن جميع أوربيتالات المستوى الفرعى 3d فيه فارغة .



٥- يقوم غاز ثانى أكسيد الكربون بدور العامل المختزل فى فرن مدركس .

٦- يقاوم الحديد فعل عوامل الجو رغم نشاطه الكيميائى .

٧- العنصر الإنتقالى عنصر تكون فيه أوربيتالات f , d مشغولة بالإلكترونات .

٨- يستخدم الكوبلت 60 المشع فى التنبؤات الجوية .

٩- يستخدم الفاناديوم فى ملفات التسخين .

١٠- أيون النحاس II ديا مغناطيسى بينما أيون خارصين II بارامغناطيسى .



١١- عند تسخين أكسالات الحديد II بمعزل عن الهواء يتكون أكسيد حديد III .

١٢- يكون الحديد مع النيكل سبيكة بينفلزية .

١٣- تعتبر عناصر العملة عناصر إنتقالية .

١٤- تكون الفلزات الإنتقالية سبائك إستبدالية فيما بينها .

١٥- العزم المغناطيسى لأيون $Fe^{+2}$ أكبر من أيون $Mn^{+2}$ ( $Fe_{26}$ - $Mn_{25}$ ) .



## س : ما الدور الذى يقوم به

١- الغاز المائى فى فرن مدركس .
٣- فحم الكوك فى الفرن العالى .
٢- عمليات التكسير فى تجهيز خامات الحديد .
٤- عملية التحميص فى تجهيز خام الحديد .
٥- ثانى أكسيد المنجنيز فى صناعة العمود الجاف .
٧- السكانديوم فى مصابيح أبخرة الزئبق .
٨- التيتانيوم فى مجال الطب .
٦- خامس أكسيد الفاناديوم فى صناعة المغناطيسيات .



٩- خامس أكسيد الفاناديوم فى تحضير حمض الكبريتيك . " مع التوضيح بالمعادلات "
١٠- ثانى أكسيد المنجنيز فى تفاعل إنحلال $H_2O_2$ . " مع التوضيح برسم تخطيطى "



## س : أكتب المصطلح العلمى

١- عناصر يتتابع فيها إمتلاء المستوى الفرعى 5d .
٢- عملية تسخين خام الحديد فى الهواء للتخلص من الرطوبة .
٣- العنصر الذى تكون فيه أوربيتالات d , f مشغولة و لكنها غير ممتلئة بالإلكترونات سواء فى الحالة الذرية أو فى أى حالة من حالات التأكسد .
٤- الخاصية المغناطيسية للعناصر التى تكون الإلكترونات فى جميع أوربيتالاتها فى حالة إزدواج .
٥- عملية تجميع مسحوق الحديد الناتج من تنظيف غازات الإختزال فى أحجام كبيرة متجانسة .
٦- فصل الشوائب عن خامات الحديد عن طريق خاصية التوتر السطحى .
٧- خاصية مغناطيسية للعناصر الإنتقالية تكون فيها بعض أوربيتالات d مشغولة بالإلكترونات لكنها غير ممتلئة .
٨- نوع من السبائك يحدث عندما تكون ذرات السبيكة لها نفس القطر والخواص الكيميائية و الشكل البلورى .
٩- تجفيف خامات الحديد للتخلص من الرطوبة ورفع نسبة الحديد بها .
١٠- الفرن الذى يستخدم فيه أول أكسيد الكربون CO فى اختزال خام الهيماتيت .
١١- مادة تنجذب للمجال المغناطيسى الخارجى لوجود الكترونات مفردة فى أوربيتالات d .
١٢- خليط من فلزين أو أكثر أو لا فلز للحصول على صفات جيدة .
١٣- ظاهرة تتسبب فى عدم تفاعل الحديد مع حمض النيتريك المركز .
١٤- عملية تحويل خامات الحديد الضخمة لأحجام صغيرة ليسهل اختزالها .



## س : أذكر إستخداماً واحداً أو أهمية واحدة لكل من

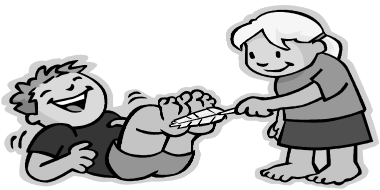


١- التيتانيوم .
٢- الكروم .
٣- المحول الأكسجينى .
٤- الفاناديوم .
٥- الكوبلت 60 .
٦- النيكل .
٧- النحاس .
٨- الفرن العالى .
٩- تقارب طاقة المستويين الفرعيين d , s على حالات التأكسد .
١٠- محلول برمنجنات البوتاسيوم .
٨- التحميص فى تجهيز خام الحديد لعملية الاختزال



## س : وضح بالمعادلات الرمزية

١- تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف .
٢- تسخين هيدروكسيد الحديد III .
٣- تسخين الحديد مع الكبريت .
٤- التسخين الشديد لأكسالات الحديد II .
٥- إمرار بخار الماء على الحديد المسخن لدرجة الإحمرار ، ثم إضافة حمض الكبريتيك المركز للناتج مع التسخين .
٦- تفاعل غاز الكلور مع الحديد الساخن ثم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى الناتج .
٧- التسخين الشديد لكبريتات الحديد II .
٨- التسخين الشديد لخام الليمونيت .
٩- إمرار الهواء الساخن على الحديد المسخن لدرجة الإحمرار .
١٠- ماذا يحدث عند تسخين أكسيد الحديد الأسود $Fe_3O_4$ فى الهواء .



١١- إضافة محلول الصودا الكاوية إلى محلول كلوريد حديد III .
١٢- اختزال أكسيد الحديد II بواسطة أول أكسيد الكربون .
١٣- تأثير حمض الكبريتيك المركز الساخن على أكسيد الحديد III .
١٤- تفاعل أكسيد الحديد II مع حمض الكبريتيك مع ذكر شروط التفاعل .
١٥- تأثير حمض الكبريتيك المركز الساخن على أكسيد الحديد الأسود $Fe_3O_4$ .

## س : ما المقصود بكل من

عملية التلبيد – العنصر الإنتقالى – سبائك المركبات البينفلزية – السبائك الإستبدالية – خمول الحديد .

## س : وضح بالمعادلات الرمزية كيف تحصل على

١- أكسيد حديد مغناطيسى من أكسيد حديد III .
٢- كبريتات الحديد III من كبريتات حديد II .
٣- كلوريد حديد II من أكسيد حديد III .
٤- أكسيد حديد III من كلوريد حديد III .
٥- الحديد من أكسالات الحديد II .
٦- أكسيد حديد III من أكسالات حديد II .
٧- هيدروكسيد حديد III من كلوريد حديد III .
٨- أكسيد حديد III من كبريتات حديد II .
٩- أكسيد حديد II من أكسالات الحديد II .
١٠- كلوريد الحديد III من الحديد .
١١- أكسيد حديد III من كبريتات حديد II .
١٢- كلوريد حديد II من برادة الحديد .
١٣- أكسيد حديد III من السيدريت .
١٤- هيدروكسيد حديد III من حديد و العكس .
١٥- حديد مع كبريتات حديد II و العكس .
١٦- هيدروكسيد حديد III من السيدريت .
١٧- أكاسيد الحديد الثلاثة من برادة حديد .
١٨- كبريتيد حديد II من أكسيد حديد III .
١٩- الحديد من كلوريد الحديد III .
٢٠- كلوريد الحديد III من السيدريت .
٢١- كبريتيد الحديد II من أكسيد الحديد المغناطيسى .
٢٢- خليط من كبريتات الحديد II و كبريتات الحديد III من أكسالات الحديد II .
٢٣- إضافة محلول النشادر إلى محلول كلوريد الحديد III ثم تسخين الناتج بشدة .

٢٥- كلوريد حديد II و كلوريد حديد III كل على حدة من حديد .



## أسئلة متنوعة

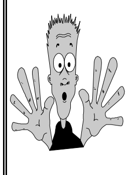
١- بين بالمعادلات الرمزية التفاعلات التى تحدث داخل الفرن العالى .
٢- أشرح أهمية التحميص مع كتابة المعادلات .
٣- أذكر إثنين من خامات الحديد مع كتابة الصيغة الجزيئية لكل منهما .
٤- كيف تستخدم برادة الحديد فى التمييز بين حمض كبريتيك مخفف و حمض كبريتيك مركز مع كتابة المعادلات .
٥- قارن بين التركيب الإلكترونى للكلاً من : ذرة النحاس و ذرة الكروم .
٦- رتب الأيونات الآتية تنازلياً حسب قوى الجذب المغناطيسى لها مع التعليل : $Ni^{+2}$ , $Fe^{+3}$ , $Co^{+2}$
٧- وضح بالمعادلات تحضير الغازات المختزلة فى كلاً من : فرن مدركس – الفرن العالى .
٨- من دراستك لعناصر السلسلة الأولى يوجد عنصران ينتهى تركيبهما الألكترونى بـ $3d^{10}$ ما هما ؟ أحدهما يشذ تركيبه الإلكترونى عن المتوقع و الآخر لا يعتبر عنصر إنتقالى – ما سبب ذلك ؟
٩- قارن بين الفرن العالى و فرن مدركس من حيث العامل المختزل .
١٠- قارن بين الهيمياتيت و المجنتيت من حيث : اللون – الإسم العلمى – الصيغة الجزيئية .
١٢- يتفاعل الحديد مع الكلور مكوناً مركب A و يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك مكوناً مركب آخر B
- وضح ذلك بالمعادلات المتزنة .
- أى من A و B ينجذب أكثر للمغناطيس – و لماذا .
- كيف تميز عملياً بين كل من A , B موضحاً بالمعادلات الموزونة . ( الباب الثانى )



### س: أذكر أسم العنصر الإنتقالى الذى يستخدم هو أو مركباته فى :

١- صناعة الأدوات و الأسلاك الكهربية .
٢- صناعة الصلب المستخدم فى زنبركات السيارات .
٣ - صناعة النشادر .
٤- عمليات زراعة الأسنان و المفاصل الصناعية .
٥- صناعة البطاريات الجافة فى السيارات الحديثة .
٦- صناعة حمض الكبريتيك بطريقة التلامس .
٧ - صناعة ملفات التسخين و الأفران الكهربية .
٨- لون أحمر فى الدهانات .
٩- طلاء المعادن لمنع تأكسدها و إعطائها شكل أفضل .
١٠- طلاء المعادن و دباغة الجلود .
١١- صناعة الأصباغ .
١٢- صناعة الزجاج و السيراميك كصبغة .

### س : تخير من المجموعة ( B ) الإستخدام المناسب للمواد فى المجموعة ( A )



| المجموعة ( A ) | المجموعة ( B ) |
|---|---|
| - الكوبلت | - صناعة هياكل الطائرات و مركبات الفضاء . |
| - التيتانيوم | - سبيكته مع الألومنيوم تصنع منها عبوات المشروبات الغازية . |
| - الكروم | - يستخدم فى دباغة الجلود . |
| - المنجنيز | - يكون سبيكة الصلب الذى لا يصدأ . |
| - الفاناديوم | - يستخدم فى صناعة السيراميك كصبغة . |
| | - يستخدم فى صناعة البطاريات الجافة فى بطاريات السيارات . |

**س : تخير من العمودين ( B ) ، ( C ) ما يناسب العمود ( A )**

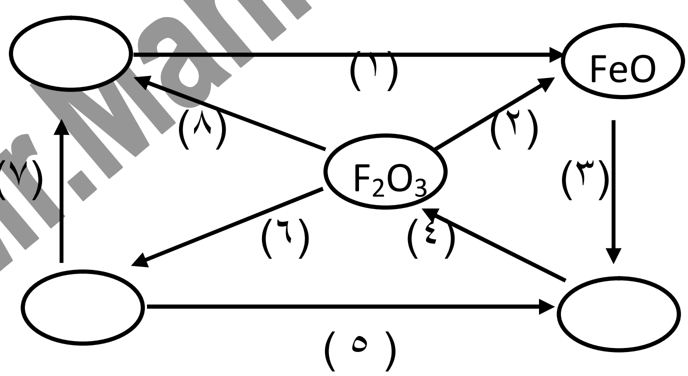
| المجموعة ( A ) | المجموعة ( B ) | المجموعة ( C ) |
|---|---|---|
| - المنجنيز | - يعرف باسم الماجينتيت . | - تحضر بالترسيب الكهربى . |
| - الكوبلت | - من السبائك البينفلزية . | - لها الصيغة $Fe_3C$ . |
| - أكسيد الحديد الأسود | - له سبيكة تستخدم فى صناعة خطوط السكك الحديدية . | - له 12 نظير مشع . |
| - الهيماتيت | - يستخدم فى صناعة المغناطيسيات . | - له الصيغة الكيميائية $Fe_3O_4$ . |
| - النحاس الأصفر | - نسبة الحديد فيه ٥٠ : ٦٠% | - مكونة من الحديد و النحاس . |
| - السيمنتيت | - من السبائك الإستبدالية . | - لونه أحمر داكن سهل الإختزال . |
| | | - عنصر شديد الهشاشة . |

**س : مستخدماً المواد التالية** ( برادة الحديد – غاز الكلور – حمض الهيدروكلوريك المخفف – هيدروكسيد أمونيوم – حرارة ) وضح بالمعادلات كيف تحصل منها على :

١- راسب بنى محمر .　　٢- راسب أبيض مخضر .　　٣- أكسيد الحديد III .

**س : ما المقصود بما يلى :** العنصر الإنتقالى – التحميض – السبائك .

**س٧ : اكتب المعادلات التى تعبر عن المخطط التالى من (١) الى ( ٨ )**






# الباب الثانى

# التحليل الكيميائى

**❁ كلمات مضيئة ❁**

**إذا كنت تحبّ السرور في الحياة فاعتنِ بصحتك، و إذا كنت تحبّ السعادة في الحياة فاعتنِ بخلقك، و إذا كنت تحبّ الخلود في الحياة فاعتنِ بعقلك، و إذا كنت تحبّ ذلك كله فاعتنِ بدينك.**

Mr. Mahmoud Ragab 0122-5448031



# تراكم معرفي

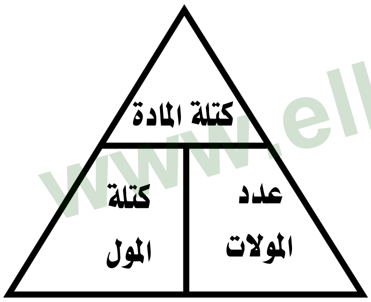
## مراجعة مفاهيم و قوانين سبق دراستها في الصفين الأول و الثاني الثانوي .

☒ **المول :**

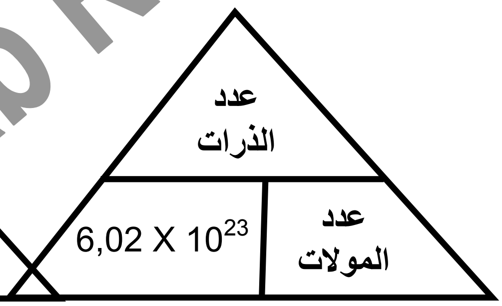
كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات ( ذرات – جزيئات – أيونات – وحدات صيغة – إلكترونات ).

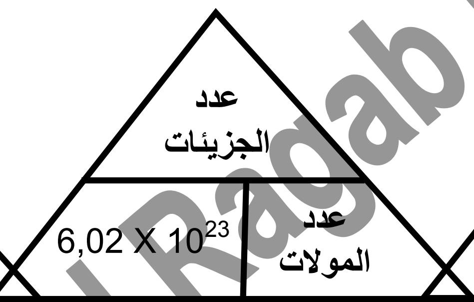
☒ **الكتلة المولية :**

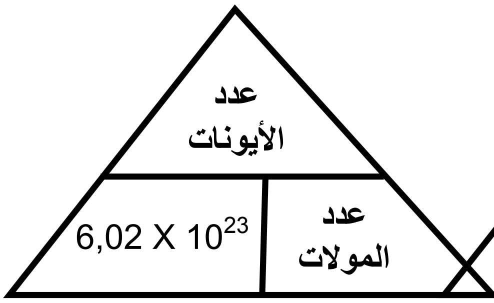
مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب :
الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام .




## المول و عدد أفوجادرو




- عدد الجزيئات = عدد مولات الجزيئات × 6,02 × $10^{23}$
- عدد الأيونات = عدد مولات الأيونات × 6,02 × $10^{23}$
- عدد الذرات = عدد مولات الذرات × 6,02 × $10^{23}$

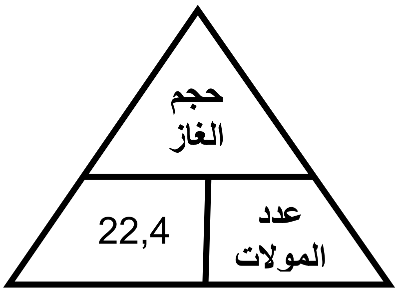
المنار فى الكيمياء

**المول الواحد من أى مادة يحتوى على عدد من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات يعرف بعدد أفوجادرو و يساوى** $6,02 \times 10^{23}$

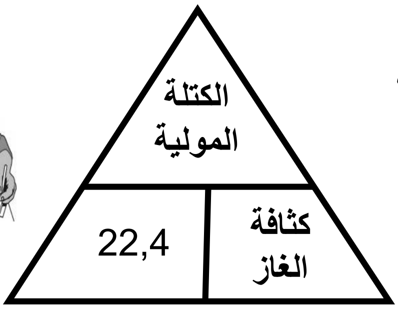
## الحساب الكيميائي في الغازات

**حجم الغاز**

يشغل المول من أى غاز عند معدل الضغط و درجة الحرارة حجماً قدره 22,4 لتر ( فى S.T.P ) .



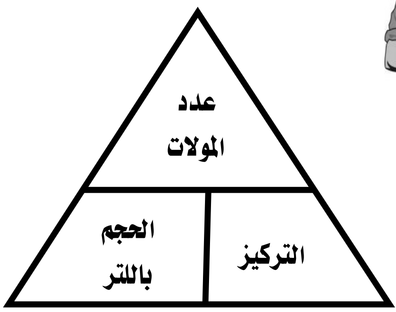

**كثافة الغاز**




**التركيز المولاري " المولارية "**

عدد مولات المذاب فى لتر من المحلول





## الكيمياء التحليلية :

أحد فروع علم الكيمياء يستخدم فى التعرف على : نوع العناصر المكونة للمادة ـ نسبة كل عنصر ـ طريقة إرتباط العناصر مع بعضها للوصول إلى صيغة جزيئية للمادة أو لمجموعة المركبات المكونة لها إن كانت مخلوطاً .

### أهمية الكيمياء التحليلية :

يعتبر التحليل الكيميائى أحد فروع علم الكيمياء الهامة التى **ساهمت فى تقدم علم الكيمياء** و تطور المجالات العلمية المختلفة مثل : الطب – الزراعة – الصيدلة – الصناعات الغذائية – البيئة ..... .

- **مجال الزراعة :**

**التحليل الكيميائى للتربة لمعرفة خواصها من حيث : الحموضة – القاعدية – نوع و نسب العناصر الموجودة فى التربة ( علل ) لتحسين خواص التربة و المحاصيل بمعالجة التربة عن طريق إضافة الأسمدة المناسبة .**

- **مجال الصناعة :**



**التحليل الكيميائى للخامات و المنتجات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية .**

- **مجال الطب :**

**فى التحاليل الطبية مثل :**

**١- تحديد نسبة السكر و الزلال و البولينا و الكوليسترول يسهل مهمة الطبيب فى التشخيص و العلاج .**

**٢- معرفة تركيز المكونات الفعالة فى الأدوية .**

- **مجال خدمة البيئة :**

**١- معرفة نسبة غازات : أول أكسيد الكربون – ثانى أكسيد الكبريت – أكاسيد النيتروجين فى الجو .**

**٢- معرفة و قياس محتوى الغذاء و الماء من الملوثات البيئية الضارة .**

### Chemical analysis types أنواع التحليل الكيميائى

| التحليل الوصفى (الكيفى = النوعى ) Qualitative Analysis | التحليل الكمى Quantitative Analysis |
|---|---|
| ـ تحليل يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية ( ملح بسيط ) أو مخلوط من عدة مواد . | ـ تحليل يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة . |

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم

## في التحليل الكيفي

**إذا كانت المادة نقية**

يمكن التعرف عليها من خصائصها الفيزيائية الثابتة مثل درجة الإنصهار – درجة الغليان – الكتلة المولية ............

**إذا كانت المادة مخلوط من عدة مواد**

يتم أولاً إجراء فصل لكل مكون نقى على حدة ثم إستخدام الكواشف المناسبة للتعرف عليها .



⇦ علل : لابد من إجراء عملية تحليل كيفى أولاً قبل التحليل الكمى .

↩ للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن إختيار أنسب الطرق لتحليلها كمياً .

## أولاً : التحليـل الكيميائى الوصفى Qualitative Chemical analysis

**يمكن وضع تعريف جديد للتحليل الوصفى و هو :** سلسلة من تفاعلات مختارة مناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة فى هذه التفاعلات .

## فروع التحليـل الكيميائى الوصفى

**يضم التحليل الكيميائى الوصفى فرعين هما :**

| تحليل المركبات العضوية | تحليل المركبات غير العضوية |
|---|---|
| يتم فيه الكشف عن العناصر و المجموعات الوظيفية الموجودة بهدف التعرف على المركب . | يتم فيه التعرف على الأيونات التى يتكون منها المركب غير العضوى و يشمل هذا النوع :<br>١- الكشف عن الكاتيونات ( الشقوق القاعدية ) .<br>٢- الكشف عن الأنيونات ( الشقوق الحامضية ) . |

## الكشف عن الأنيونات ( الشقوق الحامضية )



يمكن تقسيم الأنيونات إلى **ثلاث مجموعات** لكل مجموعة كاشف معين هى :

١- مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك **المخفف** .

٢- مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك **المركز** .

٣- مجموعة أنيونات **محلول** كلوريد الباريوم .

# أولاً : مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

**تشمل هذه المجموعة الآنيونات التالية** : كربونات $CO_3^{--}$ / بيكربونات $HCO_3^{-}$ / كبريتيت $SO_3^{--}$ / ثيوكبريتات $S_2O_3^{--}$ / نيتريت $NO_2^{-}$ / كبريتيد $S^{--}$ .

## أساس الكشف :

حمض الهيدروكلوريك المخفف أكثر ثباتاً من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات فعند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف **لأملاح** هذه الأنيونات تنفصل هذه **الأحماض** فى صورة **غازات** يتم الكشف عنها بواسطة كاشف مناسب .



⇦ **علل : عند الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف يفضل التسخين الهين .**

**لأن التسخين الهين يساعد على طرد الغازات الناتجة من التفاعل .**

## التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

### آنيون الكربونات Carbonate $CO_3^{-2}$

يحدث فوران و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير إذا مر فيه لفترة قصيرة .

$$Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

يتعكر ماء الجير لتكون كربونات كالسيوم **غير ذائبة** :

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \xrightarrow[\text{S. T}]{\text{مدة قصيرة}} CaCO_3 + H_2O$$

⇦ **س علل : يمر غاز ثانى أكسيد الكربون فى ماء الجير لفترة قصيرة .**

**حتى لا يزول التعكير نتيجة تحول كربونات الكالسيوم المتكونة إلى بيكربونات كالسيوم ذائبة .**

## ملحوظة :

✓ **جميع أملاح الكربونات لا تذوب فى الماء عدا كربونات : الصوديوم – البوتاسيوم – الأمونيوم .**

✓ **جميع أملاح الكربونات و البيكربونات تذوب فى الأحماض بينما جميع أملاح البيكربونات قابلة للذوبان فى الماء .**



## تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم :** يتكون راسب أبيض على البارد **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك .

$$Na_2CO_3 + MgSO_4 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{MgCO_3\downarrow} + Na_2SO_4$$

$$MgCO_3 + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

## $HCO_3^-$ Bicarbonate **آنيون البيكربونات**

نفس التجارب السابقة ( يحدث فوران و يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون **يعكر** ماء الجير إذا مر فيه لفترة **قصيرة** ) و **لكن** مع التسخين فى التجربة التأكيدية :

$$NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم :** يتكون راسب أبيض بعد **التسخين** .

$$2\,NaHCO_3 + MgSO_4 \longrightarrow Mg(HCO_3)_2 + Na_2SO_4$$

$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{MgCO_3 \downarrow} + H_2O + CO_2 \uparrow$$

**ملحوظة :** محاليل **البيكربونات** **لا تعطى مع كبريتات الماغنسيوم راسب على البارد و لكن تعطي الراسب بعد التسخين** .



## $SO_3^{-2}$ Sulphite **آنيون الكبريتيت**

يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ ذو **رائحة نفاذة** ( خانقة ) والذى يحول ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ **المحمضة** بحمض الكبريتيك المركز من اللون **البرتقالى** إلى اللون **الأخضر** .

$$Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 \uparrow$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول نترات الفضة** $AgNO_3$ : يتكون راسب **أبيض** يتحول إلى **أسود** بالتسخين .

$$Na_2SO_3 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + \underset{\text{راسب أبيض}}{Ag_2SO_3 \downarrow}$$



## $S^{-2}$ Sulphide **آنيون الكبريتيد**

يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$ ذو **رائحة كريهة** و الذى **يسود** ورقة مبللة بمحلول أسيتات رصاصII .

$$Na_2S + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2S \uparrow$$

$$H_2S + (CH_3COO)_2\,Pb \longrightarrow \underset{\text{راسب أسود}}{PbS \downarrow} + 2CH_3COOH$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول نترات الفضة** $AgNO_3$ : يتكون راسب **أسود** من كبريتيد الفضة .

$$Na_2S + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + \underset{\text{راسب أسود}}{Ag_2S \downarrow}$$

## $S_2O_3^{-2}$ Thiosulphat آنيون الثيوكبريتات

يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ و يظهر راسب باهت **أصفر** ( علل ) نتيجة تعلق **الكبريت** فى المحلول .

$$2HCl + Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S\downarrow$$

راسب أصفر

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول اليود : يزول** لون محلول اليود **البنى** .

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

رباعى ثيونات صوديوم



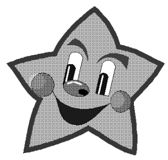
## $NO_2^-$ Nitrite آنيون النيتريت

يتصاعد غاز أكسيد نيتريك NO **عديم اللون** يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى غاز ثانى أكسيد نتروجين $NO_2$ **بنى محمر**

$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow NaCl + HNO_2$$

$$3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + 2NO\uparrow + H_2O$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2\uparrow$$



### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول برمنجانات بوتاسيوم محمضة بحمض الكبريتيك المركز : يزول** لون محلول البرمنجانات **البنفسجى** .

$$5NaNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5NaNO_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$$






يجيء القرآن يوم القيامة كالرجل الشاحب يقول لصاحبه : هل تعرفني ؟ أنا الذي كنت أسهر ليلك ، واظمئ هواجرك وإن كل تاجر من وراء تجارته ، وأنا لك اليوم من وراء كل تاجر ، فيعطى الملك بيمينه ، والخلد بشماله ، ويوضع على رأسه تاج الوقار ، ويكسى والداه حلتين لا تقوم لهم الدنيا وما فيها ، فيقولان : يا رب ! أنى لنا هذا ؟ فيقال : بتعليم ولدكما القرآن . وإن صاحب القرآن يقال له يوم القيامة : اقرا وارتق في الدرجات ، ورتل كما كنت ترتل في الدنيا ، فإن منزلتك عند آخر آية معك .

## ثانياً : مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

**تشمل هذه المجموعة الآنيونات التالية** : كلوريد $Cl^-$ / بروميد $Br^-$ / يوديد $I^-$ / نيترات $NO_3^-$

### أساس الكشف :

حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات فعند إضافة حمض الكبريتيك **المركز** لأملاح هذه الأنيونات ثم **التسخين** تنفصل هذه الأحماض فى صورة **غازات** يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة .

### التجربة الأساسية :

**الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين عند الضرورة**

### آنيون الكلوريد $Cl^-$ Chloride

يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر .

$$2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$$

$$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl\uparrow$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول نيترات الفضة :** يتكون راسب **أبيض** من كلوريد الفضة يتغير إلى **بنفسجى** فى الضوء و **يذوب** فى محلول النشادر ( هيدروكسيد الأمونيوم ) المركز .

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أبيض}}{AgCl\downarrow}$$

### آنيون البروميد $Br^-$ Bromide

يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون **يتأكسد** جزء منه بفعل حمض الكبريتيك و تنفصل أبخرة **برتقالية حمراء** من البروم تسبب **إصفرار** ورقة مبللة بمحلول **النشا** .

$$2NaBr + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} Na_2SO_4 + 2HBr\uparrow$$

$$2HBr + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 2H_2O + SO_2 + Br_2\uparrow$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول نيترات الفضة :** يتكون راسب **أبيض مصفر** من بروميد الفضة يصبح **داكن** فى الضوء و **يذوب ببطء** فى محلول **النشادر** المركز ( هيدروكسيد الأمونيوم ) .

$$NaBr + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أبيض مصفر}}{AgBr\downarrow}$$

## آنيون اليوديد $I^-$ Iodide

يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون **يتأكسد** جزء منه بفعل حمض الكبريتيك و تنفصل **أبخرة** اليود و تظهر بلونها البنفسجى عن **التسخين** تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول **النشا** باللون **الأزرق** .

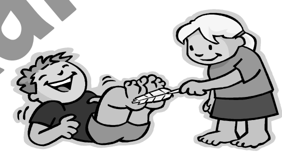
$$2KI + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} K_2SO_4 + 2HI \uparrow$$

$$2HI + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 2H_2O + SO_2 + I_2 \uparrow$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول نيترات الفضة :** يتكون راسب **أصفر** من يويد الفضة **لا يذوب** فى محلول **النشادر** .

$$NaI + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + \underset{\text{راسب أصفر}}{AgI \downarrow}$$



## آنيون النيترات $NO_3^-$ Nitrat

يتصاعد أبخرة ( غاز ) ثانى أكسيد النيتروجين **بنى محمر** نتيجة لتحلل حمض **النيتريك** و **تزداد** كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة **النحاس** ( لأن حمض **النيتريك** الناتج يتفاعل مع **النحاس** و يتصاعد أيضاً غاز $NO_2$ ) .

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{Conc/} Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

$$4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$$

$$4HNO_3 + Cu \xrightarrow{Conc} Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2 \uparrow$$



### تجربة تأكيدية : ( إختبار الحلقة البنية )

**محلول الملح + محلول كبريتات حديد II + قطرات حمض كبريتيك مركز تضاف بحرص على السطح الداخلى للأنبوبة :**

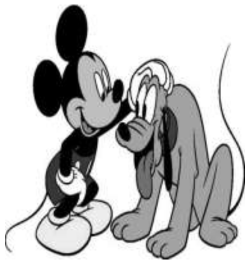
تتكون حلقة **بنية** عند السطح الفاصل بين الحمض و محلولى التفاعل **تزول** بالرج أو التسخين .

$$2NaNO_3 + 6FeSO_4 + 4H_2SO_4 \xrightarrow{Conc} 3\,Fe_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + 4H_2O + 2NO$$

$$FeSO_4 + NO \longrightarrow FeSO_4\,.\,NO$$ ( **مركب الحلقة البنية** )

# يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى

## ( مجموعة آنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف )



**عند إضافة الملح الصلب إلى محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl**

**حمض هيدروكلوريك مخفف HCl**

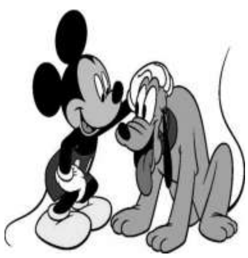
**أنيون كربونات $CO_3^{-2}$** و **أنيون بيكربونات $HCO_3^{-2}$**
- يحدث فوران و يتصاعد غاز $CO_2$ يعكر ماء الجير الرائق
- تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $MgSO_4$
- المشاهدة: راسب أبيض من كربونات ماغنسيوم $MgCO_3$
  - على البارد مع الكربونات
  - بعد التسخين مع البيكربونات

**أنيون كبريتيت $SO_3^{-2}$**
- يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ له رائحة نفاذة يخضر ورقة مبللة بمحلول الكرومات
- تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $AgNO_3$
- المشاهدة: راسب أبيض من كبريتيت فضة $Ag_2SO_3$ يسود بالتسخين

**أنيون ثيوكبريتات $S_2O_3^{-2}$**
- يتصاعد غاز $SO_2$ له رائحة نفاذة و يترسب كبريت أصفر
- تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $I_2$
- المشاهدة: يزول لون محلول اليود البنى

**أنيون كبريتيد $S^{-2}$**
- يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين $H_2S$ له رائحة كريهه يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص
- تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $AgNO_3$
- المشاهدة: راسب أسود من كبريتيد الفضة $Ag_2S$

**أنيون نيتريت $NO_2^-$**
- يتصاعد غاز أكسيد نيتريك NO عديم اللون يتحول إلى ثانى أكسيد نيتريك $NO_2$ بنى محمر عند فوهة الأنبوبة
- تجربة تأكيدية: يتم إضافة محلول $KMnO_4$
- المشاهدة: يزول لون محلول البرمنجانات البنفسجى



# يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى



## ( مجموعة آنيونات حمض الكبريتيك المركز )

**عند إضافة الملح الصلب إلى محلول حمض الكبريتيك المركز $H_2SO_4$**

حمض كبريتيك مركز $H_2SO_4$

### آنيون كلوريد $Cl^-$

يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون يكون سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم عند تعريضه لساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر.

تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ينتج راسب أبيض من كلوريد الفضة يتغير إلى بنفسجى فى الضوء و يذوب فى محلول النشادر

### آنيون البروميد $Br^-$

يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد بحمض الكبريتيك المركز و تنفصل أبخرة البروم بلونها البرتقالى الأحمر تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول النشا باللون أصفر .

تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ينتج راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة يتحول إلى داكن فى الضوء يذوب ببطء فى النشادر

### آنيون اليوديد $I^-$

يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد بحمض الكبريتيك المركز و تنفصل أبخرة اليود و تظهر بلونها البنفسجى عند التسخين تصبغ لون ورقة مبللة بمحلول النشا باللون الأزرق .

تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول $AgNO_3$ ينتج راسب أصفر من يوديد الفضة لا يذوب فى محلول النشادر .

### أنيون نيترات $NO_3^-$

يتصاعد غاز ثانى أكسيد النيتروجين لونه بنى محمر يزداد بإضافة خراطة النحاس .

تجربة تأكيدية ( الحلقة البنية )

محلول كبريتات حديد II + حمض كبريتيك مركز

المشاهدة

حلقة بنية عند سطح الإنفصال تزول بالرج أو التسخين .



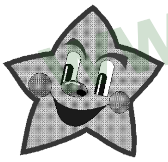
## ثالثاً : مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

تشمل هذه المجموعة الآنيونات التى لا تتأثر بحمض الهيدروكلوريك **المخفف** أو حمض الكبريتيك **المركز** و هى أنيون الكبريتات $SO_4^{-2}$ و أنيون الفوسفات $PO_4^{-3}$ .

### أساس الكشف :

هذه الأنيونات لا تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك **المخفف** أو حمض الكبريتيك **المركز** لكن تعطى محاليل أملاحها **راسب** مع محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$ .

### التجربة الأساسية : محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم



### آنيون الفوسفات Phosphate $PO_4^{-3}$

يتكون راسب **أبيض** من فوسفات الباريوم **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك **المخفف** .

$$2Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{Ba_3(PO_4)_2 \downarrow} + 6NaCl$$

### نجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول نيترات الفضة :** يتكون راسب **أصفر** من فوسفات الفضة **يذوب** فى محلول النشادر و حمض النيتريك .

$$Na_3PO_4 + 3AgNO_3 \longrightarrow 3NaNO_3 + \underset{\text{راسب أصفر}}{Ag_3PO_4 \downarrow}$$

### آنيون الكبريتات Sulphate $SO_4^{-2}$

يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الباريوم **لا يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك **المخفف** .

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow \underset{\text{راسب أبيض}}{BaSO_4 \downarrow} + 2NaCl$$

### نجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II :** يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الرصاص .

$$Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow 2CH_3COONa + \underset{\text{راسب أبيض}}{PbSO_4 \downarrow}$$

اللهم فاطر السماوات و الأرض ، علّام الغيب و الشهادة ، ذا الجلال و الإكرام ، إنى اعهد إليك فى هذه الحياة الدنيا ، و أشهدك و كفى بك شهيداً أنى أشهد أن لاإله إلا أنت وحدك لا شريك لك ، و أن محمداً عبدك و رسولك ، و أشهد أن وعدك حق ، و لقاءك حق ، و الجنة حق ، و أن الساعة لاريب فيها ، و أنك تبعث من فى القبور ، و أنك إن تكلنى إلى نفسى تكلنى إلى ضعف و عورة و ذنب و خطيئة ، و إنى لا أثق إلا برحمتك فاغفر لى ذنوبى كلها و تب علىّ إنك أنت التواب الرحيم .

# يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى

## ( مجموعة آنيونات محلول كلوريد الباريوم )



عند إضافة **محلول الملح** إلى محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$



**أولاً:** آنيون الفوسفات $PO_4^{-3}$

يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

تجربة تأكيدية يتم إضافة ↓

محلول نيترات الفضة

المشاهدة ↓

يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب فى محلول النشادر و حمض النيتريك .

**ثانياً:** آنيون الكبريتات $SO_4^{-2}$

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم **لايذوب** فى حمض الهيدروكلوريك المخفف .

تجربة تأكيدية يتم إضافة ↓

محلول أسيتات الرصاص II

المشاهدة ↓

يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص .









الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرآن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللهم على محمد وعلى آله و سلم .

# الكشف عن الكاتيونات ( الشقوق القاعدية )

- الشقوق **القاعدية** فى التحليل الكيفى تقسم إلى **ست** مجموعات تسمى **المجموعات التحليلية** .

- **<u>الأساس العلمى لتقسيم الشقوق القاعدية</u>** : **إختلاف ذوبان** أملاح هذه الفلزات فى **الماء** .

فمثلاً : كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية **الأولى** ( كلوريد الفضة **I** ، كلوريد الزئبق **I** ، كلوريد الرصاص **II** ) شحيحة الذوبان فى الماء و لذلك يسهل ترسيبها و فصلها عن فلزات المجموعات الأخرى على هيئة **كلوريدات** عن طريق إضافة **كاشف المجموعة** وهو حمض الهيدروكلوريك المخفف .

- يسمى المحلول أو المحاليل التى تستخدم فى ترسيب أية مجموعة بـ ( كاشف المجموعة ) و لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين .

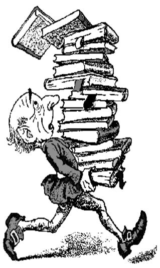
⇦ **س علل : الكشف عن الشق القاعدى أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحمضى .**

⇦ **لكثرة عدد الشقوق القاعدية و للتداخل فيما بينها ، و إمكانية وجود الشق الواحد فى أكثر من حالة تأكسد** ( **فمثلاً :** الحديد يمكن أن يوجد على هيئة أيون الحديدII أو على هيئة أيون الحديد III ) .

## - الجدول يوضح فلزات كل مجموعة و الكاشف المميز لها

| المجموعة | الشقوق القاعدية " الكاتيونات " | كاشف المجموعة | الراسب |
|---|---|---|---|
| **الأولى** | فضه I – زئبق I – رصاص II | حمض هيدروكلوريك مخفف | كلوريدات |
| **الثانية** | نحاس II | غاز كبريتيد هيدروجين فى وسط حمضى | كبريتيدات |
| **الثالثة** | ألومنيوم – حديد II – حديد III | هيدروكسيد أمونيوم | هيدروكسيدات |
| **الخامسة** | كالسيوم | كربونات أمونيوم | كربونات |

## <u>أولاً</u> : المجموعة التحليلية الثانية



- **مثال : كاتيون النحاس II** .

**<u>التجربة الأساسية</u> : محلول الملح + كاشف المجموعة** ( غاز $H_2S$ + حمض HCl )

**المشـــاهدة :** يتكون **راسب أسود** من كبريتيد نحاس II <u>يذوب</u> فى حمض النيتريك الساخن .

$$CuSO_4 + H_2S \longrightarrow CuS\downarrow + H_2SO_4$$

راسب أسود

# ثانياً : المجموعة التحليلية الثالثة

- من أمثلة كاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة : أيون الألومنيوم – أيون الحديد II – أيون الحديد III .

**التجربة الأساسية :** محلول الملح + كاشف المجموعة ( هيدروكسيد الأمونيوم $NH_4OH$ ) .

## كاتيون الألومنيوم $Al^{+3}$

يتكون راسب **أبيض جيلاتينى** من هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** فى الأحماض المخففة **و** محلول الصودا الكاوية .

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \longrightarrow 3(NH_4)_2SO_4 + \underset{\text{راسب أبيض جيلاتينى}}{2Al(OH)_3\downarrow}$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم :** يتكون راسب **أبيض جيلاتينى** من هيدروكسيد الألومنيوم **يذوب** فى **وفرة** من محلول هيدروكسيد الصوديوم مكوناً **ميتا ألومنيات الصوديوم** .

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \longrightarrow 3Na_2SO_4 + \underset{\text{راسب أبيض جيلاتينى}}{2Al(OH)_3\downarrow}$$



$$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + 2H_2O$$

## كاتيون الحديد II $Fe^{+2}$

يتكون راسب **أبيض** من هيدروكسيد الحديد II يتحول إلى **أبيض مخضر** فى **الهواء و** يذوب فى الأحماض

$$FeSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + \underset{\text{راسب أبيض}}{Fe(OH)_2\downarrow}$$

### تجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم :** يتكون راسب **أبيض مخضر** من هيدروكسيد الحديد II .

$$FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + \underset{\text{راسب أبيض مخضر}}{Fe(OH)_2\downarrow}$$






**اللهم إنى أعوذ بك من القسوة و الغفلة و الذلة و المسكنة ، و أعوذ بك من الكفر و الفسوق و الشقاق و السمعة و الرياء ، و أعوذ بك من الصمم و البكم و الجذام و الحذام و سيئ الأسقام .**

## كاتيون الحديد III $Fe^{+3}$

يتكون راسب **جيلاتينى بنى محمر** من هيدروكسيد الحديد III **يذوب** فى الأحماض .

$$FeCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow 3NH_4Cl + Fe(OH)_3 \downarrow$$

راسب جيلاتينى بنى محمر

### نجربة تأكيدية :

**محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم :** يتكون راسب **بنى محمر** من هيدروكسيد الحديد III .

$$FeCl_3 + 3NaOH \longrightarrow 2NaCl + Fe(OH)_3 \downarrow$$

راسب بنى محمر



## ثالثاً : المجموعة التحليلية الخامسة

- **من أمثلة كاتيونات المجموعة التحليلية الخامسة** : أيون الكالسيوم .

**التجربة الأساسية :** محلول الملح + كاشف المجموعة ( كربونات الأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$ ) .

## كاتيون الكالسيوم II $Ca^{+2}$

يتكون راسب **أبيض** من كربونات الكالسيوم **يذوب** فى حمض الهيدروكلوريك المخفف **و** الماء المحتوى على $CO_2$ .

$$CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_4Cl + CaCO_3 \downarrow$$

راسب أبيض

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

### نجربة تأكيدية :

١) **محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف :** يتكون راسب **أبيض** من كبريتات الكالسيوم .

$$CaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HCl + CaSO_4 \downarrow$$

راسب أبيض

٢) **الكشف الجاف :** كاتيونات الكالسيوم المتطايرة **بالتسخين** تكسب لهب بنزن لون **أحمر طوبى** .

اللّهم من اعتز بك فلن يُذل ، و من اهتدى بك فلن يُضل ، و من استكثر بك فلن يُقل ، و من استقوى بك فلن يُضعف ، و من استغنى بك فلن يُفتقر ، و من استنصر بك فلن يُغلب ، و من توكل عليك فلن يُخيب ، و من جعلك ملاذاً فلن يُضيع ، و من اعتصم بك فقد هُدى إلى صراط مستقيم ، اللّهم فكن لنا ولياً و نصيرا ، و كن لنا مُعيناً و مجيرا ، إنك كنت بنا بصيرا .........

## يمكن إيجاز ما سبق من تجارب فى المخطط التالى :

**كاتيون النحاس $Cu^{+2}$** ← كاشف المجموعة $HCl + H_2S$ ← راسب أسود من كبريتيد النحاس $CuS$

**كاتيون الألومنيوم $Al^{+3}$** ← كاشف المجموعة $NH_4OH$ ← راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ يذوب فى الأحماض المخففة و محلول الصودا الكاوية ← تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ ← راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب فى وفرة من الصودا الكاوية لتكون ميتاألومنيات صوديوم



**كاتيون الحديد II $Fe^{+2}$** ← كاشف المجموعة $NH_4OH$ ← راسب أبيض من هيدروكسيد الحديد II $Fe(OH)_2$ يتغير إلى أبيض مخضر فى الهواء يذوب فى الأحماض ← تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ ← راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد حديد II $Fe(OH)_2$





**كاتيون الحديد III $Fe^{+3}$** ← كاشف المجموعة $NH_4OH$ ← راسب جيلاتينى بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$ يذوب فى الأحماض ← تجربة تأكيدية يتم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ ← راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد III $Fe(OH)_3$

**كاتيون الكالسيوم $Ca^{+2}$** ← كاشف المجموعة $(NH_4)_2CO_3$ ← راسب أبيض من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يذوب فى حمض HCl المخفف و الماء المحتوى على $CO_2$





- تجربة تأكيدية يتم إضافة حمض كبريتيك مخفف ← راسب أبيض من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$
- تجربة تأكيدية الكشف الجاف ← يتلون لهب بنزن غير المضئ بلون أحمر طوبى

## ثانياً : التحليــل الكيميائى الكمى Quantitative Chemical analysis

## طـرق التحليــل الكمى

(١) التحليل الحجمى .　　　　(٢) التحليل الكتلى .



### أولاً : التحليـــل الكمى الحجمـــى : Quantitative volumetric analysis

**طريقة تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها .**

**- فى هذا النوع من التحليل يضاف محلول مادة معلومة التركيز " محلول قياسى " إلى حجم معلوم من مادة مراد تحديد تركيزها إلى حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين و يسمى ذلك " عملية المعايرة " .**

☒ **المعايرة :**

**عملية تعيين تركيز حمض ( أو قاعدة ) بمعلومية حجمه اللازم للتعادل مع قاعدة ( أو حمض ) معلومة الحجم و التركيز .**

**أو يمكن تعريف المعايرة بوجه عام على أنها :**

**عملية تعيين تركيز مادة بمعلومية حجمها اللازم للتفاعل الكامل مع مادة أخرى معلومة الحجم و التركيز .**

☒ **المحلول القياسى : محلول معلوم التركيز يستخدم فى عملية المعايرة .**

☜ **لإختيار المحلول القياسى يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولى المادتين و هذه التفاعلات قد تكون :**



١- **تفاعلات التعادل** : تستخدم فى تقدير الأحماض و القواعد .

٢- **تفاعلات أكسدة و إختزال** : تستخدم فى تقدير المواد المؤكسدة و المختزلة .

٣- **تفاعلات الترسيب** : تستخدم فى تقدير المواد التى يمكن أن تعطى نواتج شحيحة الذوبان فى الماء .

☒ **نقطة نهاية التفاعل ( نقطة التعادل )** :

**النقطة التى يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض و القاعدة .**

- يتم التعرف على نقطة **نهاية التفاعل** End Point بإستخدام **أدلة** يتغير لونها بتغير وسط التفاعل .

☒ **الأدلة** :



**مواد كيميائية يتغير لونها بتغير وسط التفاعل تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل .**

**المنار فى الكيمياء**

## تدريب عملى :

**تقدير تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH مجهول التركيز بالمعايرة مع محلول قياسى معلوم التركيز 0,1 مولارى من حمض الهيدروكلوريك HCl .**

**الخطوات :**

١- يتم نقل حجم معلوم 25ml من محلول القلوى NaOH إلى دورق مخروطى بإستخدام ماصة .

٢- يتم إضافة قطرتين من محلول دليل مناسب ( محلول عباد شمس أو أزرق بروموثيمول ) .

٣- تملئ السحاحة بالمحلول القياسى من حمض الهيدروكلوريك .

٤- يضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوى حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل ( نقطة **التعادل** ) الذى يمكن تمثيله على النحو التالى :

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

فإذا كان حجم الحمض المضاف من السحاحة حتى نقطة تمام التفاعل هو 21ml فيمكن حساب تركيز محلول NaOH المجهول من العلاقة :

$$\frac{M_a\ V_a}{n_a} = \frac{M_b\ V_b}{n_b}$$

**( لابد أن تكون معادلة التفاعل موزونة )**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $M_a$ | **تركيز الحمض ( مول / لتر )** | $M_b$ | **تركيز القاعدة ( مول / لتر )** |
| $V_a$ | **حجم الحمض ( ملليلتر )** | $V_b$ | **حجم القاعدة ( ملليلتر )** |
| $n_a$ | **عدد مولات الحمض فى معادلة التفاعل** | $n_b$ | **عدد مولات القاعدة فى معادلة التفاعل** |

## الأدلة المستخدمة فى تفاعلات التعادل

| الدليل | اللون فى الوسط الحامضى | اللون فى الوسط القاعدى | اللون فى الوسط المتعادل | يستخدم لمعايرة ( معلومة إضافية ) |
|---|---|---|---|---|
| **الميثيل البرتقالى** | أحمر | أصفر | **برتقالى** | حمض قوى ، قاعدة ضعيفة |
| **الفينولفيثالين** | عديم اللون | أحمر | **عديم اللون** | قاعدة **قوية** ، حمض ضعيف |
| **عباد الشمس** | أحمر | أزرق | **أرجوانى** | حمض قوى ، قاعدة **قوية** |
| **أزرق بروموثيمول** | أصفر | أزرق | **أخضر فاتح** | حمض قوى ، قاعدة **قوية** |

**المنار فى الكيمياء**

## الصيغ الكيميائية للأحماض و القواعد المستخدمة فى تفاعلات التعادل

| | | | |
|---|---|---|---|
| **هيدروكسيد البوتاسيوم** | KOH | **حمض هيدروكلوريك** | HCl |
| **هيدروكسيد الصوديوم** | NaOH | **حمض نيتريك** | $HNO_3$ |
| **هيدروكسيد الكالسيوم** | $Ca(OH)_2$ | **حمض كبريتيك** | $H_2SO_4$ |



## ثانياً : التحليــل الكمــى الكتلى : Quantitative analysis

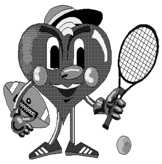
**إحدى طرق التحليل الكمى يعتمد على فصل المكون المراد تقديره . ثم تعيين كتلته و بإستخدام الحساب الكيميائى يمكن تقدير كميته .**

**يتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين : (١) طريقة التطاير . (٢) طريقة الترسيب.**

### أولاً : طريقــة التطايــر

**تعتمد على أساس تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره و تجرى عملية التقدير بطريقتين هما :**

١- جمع المادة المتطايرة و تعيين كتلتها .



٢- تعيين مقدار النقص فى كتلة المادة الأصلية ( الكتلة قبل التسخين – الكتلة بعد التسخين ) .

### ثانيـاً : طريقــة الترسيــب

تعتمد هذه الطريقة على ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقى شحيح الذوبان ذو تركيب كيميائى معروف و ثابت ثم يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على **ورقة ترشيح عديمة الرماد** ثم تحرق ورقة الترشيح وعليها الراسب فى بوتقة إحتراق حتى **تتطاير مكونات** ورقة الترشيح و يبقى الراسب و من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب .

☒ **ورق الترشيح عديم الرماد : نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً و لا يترك رماد .**



> الحمد لله اللهم ربنا لك الحمد بما خلقتنا و رزقتنا و هديتنا و علمتنا و أنقذتنا و فرجت عنا ، لك الحمد بالايمان و لك الحمد بالإسلام و لك الحمد بالقرأن ولك الحمد بالأهل و المال و المعافاة ، كبت عدونا و بسطت رزقنا و أظهرت أمننا وجمعت فرقتنا و أحسنت معافاتنا و من كل ما سألناك أعطيتنا ، فلك الحمد على ذلك حمداً كثيراً و لك الحمد بكل نعمة أنعمت بها علينا فى قديم و حديث أو سراً و علانية أو حىّ و ميت أو شاهد و غائب حتى ترضى ، و لك الحمد إذا رضيت ، و لك الحمد بعد الرضا ، و صلى اللّهم على محمد وعلى أله وسلم

# تقويم الباب الثانى : التحليل الكيميائى

## أولاً : أكتب المصطلح العلمى :

١) كتلة المادة التى تحتوى على $6,02 \times 10^{23}$ جزئ منها .
٢) عدد مولات المذاب الموجودة فى لتر من المحلول .
٣) مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بالجرامات .
٤) عدد الجزيئات أو الذرات أو الأيونات الموجودة فى واحد مول من أى مادة و يساوى $6,02 \times 10^{23}$
٥) تحليل الكيميائى يتم فيه التعرف على مكونات المادة .
٦) تحليل الكيميائى يستخدم فى تقدير تركيز أو كمية كل مكون من مكونات المادة .
٧) طريقة تعتمد على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته بالتطاير أو بالترسيب .
٨) تعيين تركيز محلول مادة مجهولة التركيز بمعلومية حجم و تركيز محلول مادة أخرى .
٩) محلول معلوم التركيز يستخدم فى قياس تركيز محلول مجهول التركيز .
١٠) إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى مجهولة التركيز .
١١) النقطة التى ينتهى عندها تفاعل الحمض مع القاعدة .
١٢) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز المواد المؤكسدة و المختزلة .
١٣) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز الأحماض و القواعد .
١٤) نوع من التفاعل يستخدم فى تقدير تركيز المواد التى تترسب أثناء التفاعل .
١٥) دليل كيميائى لونه أحمر فى الوسط الحمضى و برتقالى فى الوسط المتعادل .
١٦) دليل كيميائى عديم اللون فى الوسط الحمض و الوسط المتعادل .
١٧) دليل كيميائى أحمر اللون فى الوسط الحمضى و أرجوانى فى الوسط المتعادل .
١٨) مواد كيميائية تتغير لونها بتغير نوع الوسط الموجودة فيه .



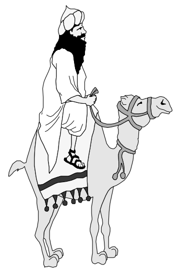
## ثانياً : أذكر العلاقة الرياضية التى تربط كل من

١- عدد مولات الغاز و حجمه باللتر عند معدل الضغط و درجة الحرارة القياسى .
٢- الكتلة الجزيئية الجرامية لغاز و كثافته ( g / litre ) عند م . د . ض .
٣- تركيز المحلول ( mol / litre ) و كلاً من عدد المولات المذاب و حجم المحلول باللتر .
٤- حجوم وتركيزات كل من الحمض و قلوى عند تمام تعادلهما فى عملية المعايرة .

## ثالثاً : علل لما يأتى

١- يصعب التعرف على الوسط الحمضى بدليل الفينولفثالين .
٢- لا يستخدم محلول قاعدى في التمييز بين دليل عباد الشمس و دليل الأزرق بروموثيمول .
٣- لا يستخدم محلول حمضى للتمييز بين عباد الشمس و ميثيل برتقالى .
٤- يستخدم ورقة ترشيح عديمة الرماد فى عمليات التحليل الكيميائى .

سبحان الله و بحمده سبحان الله العظيم



**رابعاً : أذكر أهمية الكيمياء التحليلية في المجالات الآتية :**

- ☒ الزراعة .
- ☒ خدمة البيئية .
- ☒ الطب .
- ☒ الصناعة .

**سادساً: أذكر الشق الحمضى مع كتابة معادلات التفاعل لثلاث أملاح صلبة لفلز الصوديوم أضيف إلى كل منها على حدة حمض الهيدروكلوريك المخفف فأمكن ملاحظة ما يلى :**

١) **الملح الأول** : تصاعد غاز نفاذ الرائحة يسبب **إخضرار** ورقة ترشيح مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز .

٢) **الملح الثانى** : تصاعد غاز **عديم اللون** يتحول قرب فوهة الأنبوبة إلى **غاز بنى محمر** .

٣) **الملح الثالث** : تصاعد غاز **عديم اللون** نفاذ الرائحة و تعلق مادة **صفراء** فى المحلول .



**سابعاً : أذكر ما تعرفه عن**

١) أنواع التفاعلات المستخدمة فى التحليل الحجمى .
٢) أنواع الأدلة المستخدمة فى التحليل الكيميائى .
٣) الطرق التى يعتمد عليها فصل المواد .

**ثامناً : قارن بين**

١- التحليل الكيفى و التحليل الكمى .
٢- النسبة المئوية الوزنية و المولارية .
٣- طريقة الترسيب و طريقة التطاير .



**تاسعاً : أذكر أهمية كل من**

١) المعايرة .
٢) ورق ترشيح عديم الرماد .
٣) الأدلة .
٤)المحلول القياسى .

**عاشراً : كيف تميز عملياً بين كل من**

١- دليل عباد الشمس و دليل فينول فيثالين .
٢- محلول حمضى قوى و محلول قاعدة ضعيفة .

**حادي عشر : وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عملياً بين كل زوج من الأملاح الآتية :**

١) كبريتيت الصوديوم – كبريتات الصوديوم .
٢) كلوريد حديد II – كلوريد حديد III .
٣) نيتريت صوديوم – نيترات صوديوم .
٤) كلوريد صوديوم – كلوريد ألومنيوم .

**ثاني عشر :أذكر أسم و صيغة الشق الحامضى أو القاعدى الذى يعطى النتائج التالية عند الكشف عنه**

١) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم : تكون راسب أبيض مخضر .
٢) محلول الملح + محلول كبريتات ماغنسيوم : تكون راسب أبيض بعد التسخين .
٣) محلول الملح + محلول نيترات الفضة : تكون راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر .

**ثالث عشر : أذكر إستخداماً واحداً لكل من الكواشف التالية مع التوضيح بالمعادلات الرمزية :**

١) هيدروكسيد الأمونيوم .
٢) كلوريد الباريوم .
٣) نيترات الفضة .
٤) برمنجانات البوتاسيوم .



**رابع عشر : تخير الإجابة الصحيحة في الحالات التالية :**

١) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض لا يذوب فى الأحماض :
( نيترات – فوسفات – كبريتات – نيتريت )

٢) محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II يتكون راسب أسود :
( كبريتات – فوسفات – نيترات – كبريتيد )

٣) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بنى محمر :
( نحاس II – حديد III – ألومنيوم – حديد II )

٤) الملح الصلب + حمض هيروكلوريك مخفف يتصاعد غاز نفاذ الرائحة و يتكون راسب أصفر :
( كبريتيد – كربونات – ثيوكبريتات – كبريتيت )

**خامس عشر : علل ما يأتى موضحاً إجابتك بالمعادلات الرمزية كلما أمكن ذلك :**

١) يظهر راسب أبيض جيلاتينى ثم يختفى عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج إلى محلول كلوريد الألومنيوم .
٢) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملح كربونات و ملح بيكربونات الصوديوم .
٣) يزول اللون البنفسجى لمحلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك عند إضافة محلول نيتريت البوتاسيوم .
٤) تسود ورقة ترشيح مبللة بمحلول أسيتات الرصاص II عند تعريضها لغاز كبريتيد الهيدروجين .
٥) تصاعد أبخرة بنفسجية عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع يوديد البوتاسيوم و التسخين .

**سادس عشر : أذكر أسم الشق القاعدى مع كتابة معادلات التفاعل لثلاثة أملاح كلوريدات عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كل منها على حدة يتكون مع :**

١) **الملح الأول** : راسب أبيض جيلاتنى .

٢) **الملح الثانى** : راسب بنى محمر .

٣) **الملح الثالث** : راسب أبيض مخضر .

المنار فى الكيمياء

**سابع عشر : أشرح كيف يمكن استخدام محلول قياسى من حمض الهيدروكلوريك فى تقدير تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم .**

**ثامن عشر : تخير من القسم ( A ) الإختيار المناسب عند إضافة محلول نيترات الفضة إلى محاليل بعض الأنيونات لكل شق من القسم ( B ) يتكون راسب :**

| A | B |
|---|---|
| ١) أسود لا يذوب فى محلول النشادر المركز . | - الفوسفات . |
| ٢) أبيض يذوب فى محلول النشادر المركز . | - البروميد . |
| ٣) أبيض مصفر يذوب ببطء فى محلول النشادر المركز . | - الكلوريد . |
| ٤) أصفر لا يذوب فى محلول النشادر . | - الكبريتيد . |
| ٥) أصفر يذوب فى حمض النيتريك و محلول النشادر . | |

## مسائل التحليل الكمى

| Al | Mg | Na | Si | O | N | C | Pb | Ca |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 24 | 23 | 28 | 16 | 14 | 12 | 207 | 40 |
| **K** | **Cl** | **S** | **Fe** | **Ba** | **P** | **Ag** | **Zn** | **Cu** |
| 39 | 35,5 | 32 | 55,8 | 137 | 31 | 108 | 65,4 | 63,5 |

## أولاً : مسائل المعايرة

١) أجريت معايرة 20 ml من محلول هيدروكسيد كالسيوم بإستخدام حمض هيدروكلوريك 0,05 M وعند تمام التفاعل استهلك 25 ml من الحمض احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم .

.................................................................................................... **0,0312** M

٢) أوجد حجم حمض هيدروكلوريك 0,1 M اللازم لمعايرة 20 ml من محلول كربونات الصوديوم 0,2 M .

**80 ml** ..................................................

٣) أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم 25 ml مع حمض الكبريتيك 0,1 M فكان حجم الحمض المستهلك عنـــد نقطة التكافؤ هو 8 ml احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم .

**0,064** M ..................................................

٤) أحسب حجم حمض كبريتيك 0,1 M اللازم لمعايرة 400 ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم 0,1 M .

**200 ml** ..................................................

٥) إحسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم يلزم 25 ml منها لمعايرة 20 ml من حمض كبريتيك 0,1 M .

**0,16** M ..................................................

٦) إحسب حجم حمض هيدروكلوريك 0,1 M يلزم لمعايرة 10 ml من محلول كربونات الصوديوم 0,5 M .

**100 ml** ..................................................

٧) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك 0,1 M اللازم لمعايرة 20 ml من محلول كربونات الصوديوم 0,5 M .

**200 ml** ..................................................

٨) أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فى 25 ml و التى تستهلك عند معايرة 15 ml من حمض هيدروكلوريك 0,1 M .

**0,06 g** ..................................................

٩) محلول حجمه 0,5 L من كربونات صوديوم أخذ منه 10 ml فتعادل مع 30 ml من حمض كبريتيك 0,1 M إحسب كتلة كربونات الصوديوم الذائبة فى المحلول .

**15,9 g** ..................................................

١٠) إحسب كتلة هيدروكسيد الكالسيوم التى تتعادل مع 200 ml من حمض هيدروكلوريك 0,5 M .

**3700 g** ..................................................

١١) إحسب كتلة حمض الكبريتيك التى تتعادل مع 50 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0,1 M .

**245 g** ..................................................

١٢) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,1 g منه حتى تمام التفاعل 10 ml من حمض هيدروكلوريك 0,1 M احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط .

**40 %** ..............................................................................................

١٣) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على كربونات صوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,5 g منه حتى تمام تفاعل 40 ml من 0,2 M من حمض الهيدروكلوريك احسب النسبة المئوية لكربونات الصوديوم فى المخلوط .

**84,8 %** ..............................................................................................

١٤) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم و كلوريد الصوديوم لزم لمعايرة 0,5 g منه حتى تمام التفاعل 10 ml من حمض هيدروكلوريك 0,2 M إحسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى العينة .

**4 5 %** ..............................................................................................

١٥) مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد كالسيوم و كلوريد كالسيوم لزم لمعايرة 1 g منه حتى تمام التفاعل 100 ml من حمض هيدروكلوريك 0,2 M إحسب النسبة المئوية لكلوريد الكالسيوم فى المخلوط .

**1 %** ..............................................................................................

## ثانياً : مسائل التطاير

١) عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ كتلتها 2,6903 g سخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2,2923 g احسب النسبة المئوية لماء التبلر فى العينة ثم أوجد عدد جزيئات ماء التبلر و صيغته الجزيئية .

**$BaCl_2.2H_2O$ - 2 mole - 14,79 %** ..............................................................................................

٢) عند تسخين 2,86 g من كربونات الصوديوم المتهدرتة $Na_2CO_3.XH_2O$ تكون 1,06 g من الملح غير المتهدرت أحسب النسبة المئوية لماء التبلر فى العينة ـ عدد جزيئات ماء التبلر .

**$Na_2CO_3.10H_2O$ - 62,93 %** ..............................................................................................

٣) أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $CaCl_2.XH_2O$ كتلتها 29,4 g من إحدى المجففات المعملية وسخنت عدة مرات حتى ثبات كتلتها وأصبحت 22, 2 g إحسب عدد مولات ماء التبلر فى العينة واكتب صيغته الجزيئية .

**$CaCl_2.2H_2O$ - 2 mole** ..............................................................................................

٤) عينة من كبريتات النحاس المائية الزرقاء $CuSO_4$ كتلتها 2,495 g سُخنت حتى تحولت الى كبريتات نحاس بيضاء وثبتت كتلتها عند 1,595 g اكتب الصيغة الجزيئية لكبريتات النحاس الزرقاء .

**$CuSO_4.7H_2O$** ..........................................................................

٥) عند تسخين 14,3 g من كربونات صوديوم متهدرته تكون 5,3 g من الملح اللامائى ( كربونات صوديوم غير متهدرتة ) أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت .

**$ZnSO_4.7H_2O$** ..........................................................................

٦) سخنت عينة من بللورات الزاج الأخضر $FeSO_4.X\ H_2O$ فكانت النتائج كالآتى : كتلة الجفنة فارغة 12,78 g و كتلة الجفنة وبها عينة البللورات 14,169 g و كتلة الجفنة بعد التسخين و ثبات الوزن 13,539 g ما صيغة بللورات الزاج الأخضر - إحسب النسبة المئوية للماء فى بللورات الزاج الأخضر

**$FeSO_4.10H_2O$ - 62,93 %** ..........................................................................

٧) إذا كانت كتلة زجاجة فارغة 24,3238 g و كتلتها بها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ تساوى 27,041 g و كتلتها بعد التسخين و ثبوت الكتلة 26,6161 g **احسب ما يلى :** نسبة ماء التبلر فى كلوريد الباريوم المتهدرت – عدد جزيئات ماء التبلر – الصيغة الكيميائية لكلوريد الباريوم المتهدرت .

**$BaCl_2.2H_2O$ - 2,14 mole - 15,64 %**

## ثالثاً : مسائل الترسيب

١) أضيف محلول نيترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم فترسب كلوريد الفضة ثم تم فصل الراسب بالترشيح و التجفيف فوجد أن كتلته 2 g إحسب كتلة الكلور المستخدمة .

**1,785 g** ..........................................................................

٢) أضيف محلول كلوريد صوديوم إلى محلول نيترات رصاص $Pb(NO_3)_2$ فترسب كلوريد الرصاص و تم فصل الراسب بالترشيح و التجفيف فوجد أن كتلته 2,78 g إحسب كتلة نيترات الرصاص فى المحلول .

أجب بنفسك ..........................................................................

٣) أذيب 4 g من عينة غير نقية من كلوريد الصوديوم فى الماء وأضيف إليه نيترات الفضة فترسب 4,628 g من كلوريد الفضة احسب النسبة المئوية للكلور فى العينة .

**57,2 %** ..........................................................................

٤) أذيب 4 g من عينة غير نقية من كلوريد صوديوم فى الماء و أضيف إليه وفرة من محلول نيترات فضة فترسب 7,175 g من كلوريد الفضة إحسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم فى العينة .

أجب بنفسك ..........................................................................

## رابعاً : مسائل دليل تقويم الطالب

١) أحسب عدد مولات كلوريد الفضة $AgCl$ المترسبة من تفاعل 5,85 g من كلوريد الصوديوم $NaCl$ مع 17 g من نيترات الفضة $AgNO_3$ . **0,1 M**

٢) أحسب حجم محلول حمض الكبريتيك 0,4 M اللازم لمعادلة 20 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0,2 M حتى نقطة التكافؤ . **5 ml**

٣) ✍ يستخدم كلوريد الكالسيوم اللامائي $CaCl_2$ كمادة نازعة للماء في المجففات المعملية أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $CaCl_2.XH_2O$ كتلتها 1,47 g و أصبحت 1,11 g أحسب عدد جزيئات ماء التبلر فى العينة المتهدرتة و أستنبط صيغته الجزيئية . **$CaCl_2.2H_2O$ - 2 mole**

٤) أحسب حجم حمض هيدروكلوريك 4 M اللازم لمعادلة 60 ml من محلول هيدروكسيد صوديوم 3,2 M . **48 ml**

## خامساً : مسائل مستويات عليا للتفكير

١) سخن 5,263 g من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم فتبقى بعد التسخين 3,063 g احسب النسبة المئوية للشوائب فى العينة .

٢) أضيف مقدار وافر من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى 5 g من مخلوط من كربونات كالسيوم نقية و ملح الطعام فنتج 0,224 Litre من غاز ثانى أكسيد الكربون فى م.ض.د احسب النسبة المئوية لملح الطعام فى المخلوط .

**٣) أذيب 5,3 g من كربونات صوديوم فى الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول 0,8 L ثم أخذ 50 ml من هذا المحلول فتعادل مع 10 ml من حمض هيدروكلوريك إحسب تركيز الحمض .

**٣) عينة من كبريتات الزنك المتهدرته $ZnSO_4.XH_2O$ كتلتها 1,013 g تم إذابتها فى الماء و عند إضافة محلول $BaCl_2$ إليها كانت كتلة كبريتات الباريوم المترسب 0,8223 g فما هى صيغة كبريتات الزنك المتهدرتة .

Best wishes and sincere supplication superiority

بحمد الله تم

Mahmoud Ragab Ramadan

0122 – 5448031